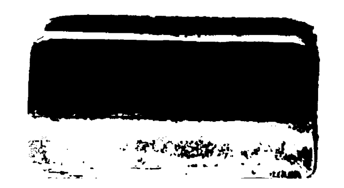
Heß-Beck

Der Forstschutz

Zweiter Teil

B. G. Teubner



Der Forstschutz

Ein Lehr- und Handbuch

von

Dr. Richard Heß

weiland o. ö. Professor der Forstwissenschaft und Direktor des Forstinstituts an der Ludewigs-Universität zu Gießen

Vierte Auflage
vollständig neu bearbeitet

von

R. Beck

Professor der Forstwissenschaft an der Kgl. Forstakademie Tharandt

Zweiter Band:

Schutz gegen Menschen, Gewächse und atmosphärische Einwirkungen

Mit 133 Abbildungen und einer schwarzen Tafel

BG

Leipzig und Berlin
Druck und Verlag von B. G. Teubner
1916

Vorwort zum zweiten Bande.

Soweit es unter den seit dem Erscheinen des ersten Bandes veränderten Zeitverhältnissen durchführbar war, ist die am Schlusse des Vorwortes zum ersten Bande kundgegebene Absicht, den zweiten Band möglichst bald folgen zu lassen, verwirklicht worden. Etwas mehr als ein Jahr nur liegt zwischen dem Erscheinen der beiden Teile, eine Zeitspanne, deren Länge, wenn man von solcher überhaupt sprechen will, nicht in Betracht kommt, weil die Gegenwart nach Lehrbüchern über friedliche Tätigkeiten kaum verlangt.

An einem solchen Lehrbuch in den von militärischer Betätigung freien Stunden zu schreiben, war nicht immer befriedigend und erschien mir oftmals unzeitgemäß dem lodernden Kriegsbrande gegenüber, der sich, wie das Kampf- und Etappengebiet der feindlichen Heere bezeugt, auch als machtvoller Waldfeind erwiesen hat. Aber schließlich war es ja ebenfalls ein Kampfbuch, dem die Arbeit galt, und die Zeit wird hoffentlich nicht mehr fern sein, wo die Aufgabe wieder in den Vordergrund tritt, die mit Strömen von Blut und unendlichen Entbehrungen von Millionen gegen die Antastungen feindlicher Mächte erfolgreich geschützten heimischen Wälder gegen jene Feinde zu schützen, die die Natur heranführt, um das zu zerstören, was sie selbst in langsamem Schaffen als wertvolles Erzeugnis des Waldbodens entstehen ließ. Dann wird auch das Bedürfnis nach einem Lehrbuch wieder rege werden, in dem die Erfahrungen gesichtet und zusammengestellt sind, die der Kampf mit den Waldfeinden bisher gezeitigt hat.

Dem bereits im Vorwort zum ersten Bande genannten Plane entsprechend behandelt der vorliegende zweite Band den Schutz des Waldes gegen schädliche Eingriffe des Menschen, gegen Gewächse und gegen atmosphärische Einwirkungen.

In noch stärkerem Maße als im ersten Bande habe ich unter möglichster Wahrung des Gerüstes und Baustiles des Heßschen Lehrbuches die abändernde Hand an alle Teile gelegt und habe manche Abschnitte, z. B. über Waldbrände, Rauchschäden, Winde, Schnee, Blitz usw. vollständig neu bearbeitet. In den übrigen Teilen habe ich die Neufassung, wie im ersten Bande, auf das Notwendige beschränkt. Was ich dabei unter „notwendig" verstanden habe, wird zu beurteilen leicht in der Lage sein, wer sich die Mühe nimmt, die neue Auflage mit der vorhergehenden auch nur flüchtig zu vergleichen.

Nicht verantwortlich bin ich nur für die Abschnitte 4 und 5 des zweiten Buches: Schutz gegen Forstfrevel und Schutz gegen Waldservituten. Beide Abschnitte lagen bereits bei der Übernahme der Arbeit im Jahre 1911 von Prof. Dr. Biermann-Gießen, später Halle, durchgesehen im Manuskript fertig vor und wurden mir von Herrn Geheimen Rat Heß mit der Verpflichtung zur unveränderten Auf-

nahme übergeben. Trotzdem ich mich mit der Fassung der beiden Abschnitte und der m. E. nicht ausreichenden Anpassung des darin behandelten Stoffes an die neuzeitlichen Verhältnisse nicht ganz einverstanden erklären konnte, bin ich meiner Verpflichtung um so lieber nachgekommen, als der mittlerweile eingetretene Heldentod Prof. Biermanns so wie so Grund genug zur vollen Wahrung seines Manuskriptes war.

Beim Niederschreiben des Vorwortes erreicht mich die Nachricht, daß Geheimrat Heß in Gießen, der Stätte seines vieljährigen segensreichen Wirkens, am 18. d. M. im 82. Lebensjahre verschieden ist. Der großen, wertvollen Dienste eingedenk, die Heß als Schriftsteller und Lehrer der forstlichen Wissenschaft und Wirtschaft geleistet hat, wiederhole ich den am Schlusse des Vorwortes zum ersten Bande geäußerten Wunsch, daß die Neuauflage seines bekanntesten Werkes den Namen des für den deutschen Wald unermüdlich schaffenden und sorgenden Mannes in die Zukunft hinaustragen und ihn frisch und klangvoll erhalten möge.

Ich füge noch an, daß ich für sachliche Kritiken, auch wenn sie zu ablehnendem Ergebnis gelangen, ebenso empfänglich wie dankbar bin. Kritiken hingegen, die nichts anderes sind als ein von gekränkter Eitelkeit ausgefällter Niederschlag flüchtigen Überlesens des Vorwortes und etwas Umherblätterns (vgl. die Besprechung des ersten Bandes durch Prof. Dr. Wolff-Eberswalde in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 47. Jahrgang [1915], Oktoberheft S. 628) lasse ich als unbeachtlich bei Seite.

Tharandt, im Januar 1916. **R. Beck.**

Inhaltsverzeichnis.

Seite

II. Buch.

Schutz gegen direkt und indirekt schädliche Eingriffe des Menschen.

Erster Abschnitt.

Schutz der Waldbegrenzung.

1. Grenzarten 2
2. Grenzvereinbarung (Grenzregulierung) 2
3. Grenzbezeichnung 4
   A. Natürliche Grenzzeichen 4
   B. Künstliche Grenzzeichen 6
      a) Bezeichnung der Grenzwinkelpunkte 6. — b) Bezeichnung der Grenzlinie 12.
4. Aufnahme, Kartierung und Beschreibung der Grenze 15
5. Gerichtliche Anerkennung 16
6. Kosten der Begrenzung 16
7. Grenzerhaltung und Grenzschutz . . 17

Zweiter Abschnitt.

Schutz gegen schädliche Ausübung der Hauptnutzung.

1. Maßregeln in bezug auf Holzfällung 19
2. Maßregeln in bezug auf Rindennutzung 20
3. Maßregeln in bezug auf Aufbereitung und Setzen des Holzes 21
4. Maßregeln in bezug auf Holztransport 21

Dritter Abschnitt.

Schutz gegen schädliche Ausübung der Nebennutzungen.

1. Harznutzung. 22
2. Nutzung von Baumfrüchten (Holzsämereien) 23
3. Futterlaubnutzung 24
4. Grasnutzung 25
5. Streunutzung 27
6. Leseholznutzung 29
7. Nutzung von Beeren, Pilzen und sonstigen kleinen Walderzeugnissen. . . 31
8. Nutzung von Steinen und Erden . . 32

Seite

Vierter Abschnitt.

Schutz gegen Forstfrevel.

I. Kap. Forstfrevel 33
1. Begriff 33
2. Einteilung 34
3. Charakteristik 34
   A. Forstbeschädigungen 34. — B. Forstentwendungen 35. — C. Forstpolizeiübertretungen 36.
II. Kap. Schutzmaßregeln. 37
1. Maßregeln zur Beseitigung der Ursachen der Forstfrevel. 37
2. Maßregeln zur direkten Verminderung der Forstfrevel 39

Fünfter Abschnitt.

Schutz gegen Waldservituten.

I. Kap. Im allgemeinen 40
I. Teil. Waldeigentum 40
1. Begriff. 40
2. Subjekte des Waldeigentums . . . 41
3. Beschränkungen des Waldeigentums 42
4. Schutzmaßregeln 43
II. Teil. Nießbrauch am Walde . . 44
III. Waldservituten 45
1. Begriff. 45
2. Entstehung 45
3. Einteilung 46
4. Schädlichkeit. 47
5. Allgemeine Rechtsgrundsätze 48
6. Schutzmaßregeln 48
7. Erlöschung 49
II. Kap. Im besonderen. 50
I. Teil. Holzgerechtigkeiten. . . . 51
1. Beholzigungsrecht 51
   a) Bauholzberechtigung 52. — b) Nutz- und Werkholzberechtigung 53. — c) Brennholzberechtigung 53.
2. Recht auf Weichholz 54
3. Recht auf Raff- und Leseholz . . . 54
4. Recht auf Gipfel- und Reisholz . . 54
5. Recht auf Stock- und Wurzelholz. . 55
6. Recht auf Bruchholz 55

Seite
7. Recht auf Ur- und Lagerholz . . . 56
8. Recht auf Dürrholz 56
II. Teil. Nebennutzungsrechte. . . 56
1. Recht auf Baumrinde 56
2. Recht auf Harz und Teer 57
3. Recht auf Futterlaub 57
4. Recht auf Gras 57
5. Waldweiderecht 58
6. Buchel- und Eichelleserecht 59
7. Mastrecht 59
8. Streurecht 60
9. Grubenrecht 60
10. Recht zum Sammeln von Beeren usw. 60
III. Teil. Sonstige Rechte 61
1. Wegegerechtigkeiten 61
2. Wassergerechtigkeiten 62
3. Floßrecht 62
4. Recht zum Kohlenbrennen, Holzablagern usw. 63

Sechster Abschnitt.

Schutz gegen Waldbrände.

1. Entstehungsursachen 63
2. Einteilung der Waldfeuer 65
3. Schaden durch Waldfeuer 65
a) Holzart 66. — b) Betriebsart 67. — c) Holzalter 67. — d) Bestandesschluß und Waldzusammenhang 68. — e) Standort 68. — f) Bodenüberzug 68. — g) Jahreszeit 69. — h) Besondere örtliche oder zeitliche Momente 69. — i) Art und Grad der Beschädigung 70.
4. Waldbrandstatistik 70
A. Waldbrände in Deutschland . . 73
B. Waldbrände in außerdeutschen Ländern 75
5. Schutzmaßregeln 76
A. Vorbeugung 76
1. Gesetzliche Vorbeugungsmaßregeln 76
2. Wirtschaftlich-technische Vorbeugungsmaßregeln 78
a) Forstliche Vorbeugungsmittel 78. — b) Technische Vorbeugungsmittel 86.
B. Bekämpfung 87
a) Vorbereitende Löschmaßregeln . 87
b) Direkte Löschmaßregeln 92
A. Löschung von Erdfeuer 93. — B. Löschung von Bodenfeuer 93. — C. Löschung von Kronenfeuer 96. — D. Löschung von Stammfeuer 98.
6. Wahrung des Brandplatzes 98
7. Behandlung der beschädigten Bestände 98
8. Versicherung der Forste gegen Feuersgefahr 99

Siebenter Abschnitt.

Schutz gegen Rauchschäden.

1. Ursache der Rauchschäden 101
2. Äußere Schadenmerkmale rauchkranker Bestände 103
3. Physiologische Erklärung der Rauchschäden 106
a) Entsteht Rauchschaden durch ober- oder unterirdische Beeinflussung des pflanzlichen Organismus? 106. — b) Auf welche Störungen normaler Funktionen ist der Rauchschaden zurückzuführen? 109. — c) Bei welchem Verdünnungsgrade sind die Abgase unschädlich? 111.
4. Diagnose des Rauchschadens . . . 112
5. Schaden 117
A. Im allgemeinen 117
B. Nach bedingenden Momenten. . . 118
a) Holzart 118. — b) Holzalter 120. — c) Entwickelungszustand der Pflanzen 120. — d) Standort 121.
6. Zur Geschichte der Rauchschäden . . 122
7. Bekämpfung 123
A. Forstwirtschaftl. Schutzmaßnahmen. 123
B. Technische Schutzmaßnahmen . . . 127
C. Gesetzliche Schutzmaßnahmen . . . 128

III. Buch.

Schutz gegen Gewächse.

Erster Abschnitt.

Schutz gegen Forstunkräuter.

I. Kap. Allgemeines. 129
1. Begriff 129
2. Einteilung der Forstunkräuter. . . 130
3. Wirtschaftliche Bedeutung der Forstunkräuter 134
A. Nützlichkeit 134
B. Schädlichkeit 135
I. Schädlichkeit im allgemeinen 135. — II. Schädlichkeit nach bedingenden Momenten 136. — a) Standort 137. — b) Holzart 137. — c) Betriebsart 137. — d) Holzalter 138. — e) Bestandesschluß 138. — f) Witterung 139. — g) Art der Unkräuter 139.
4. Schutzmaßregeln 139

Seite
A. Vorbeugungsmaßregeln 139
B. Vertilgungsmaßregeln 140
II. Kap. Die schädlichsten Forstunkräuter, ihre Lebensweise und Bekämpfung 141
A. Durch Verdämmung, Verwurzelung und Rohhumusbildung schadende Gewächse 141
1. Calluna vulgaris Salisb., Heide 141. — 2. Erica Tetralix L., Sumpfheide 143. — 3. Gattung Vaccinium L., Beerkräuter 143. — 4. Sarothamnus scoparius Koch., Besenpfrieme 144. — 5. Gattung Rubus 145. — 6. Gramineae, Gräser 146. — 7. Musci, Laubmoose 148. — 8. Filices, Farnkräuter 149. — 9. Durch Verdämmung usw. gelegentlich schädlich werdende Gewächse 149.
B. Durch Herbeiführung von Vernassung und Erhöhung der Frostgefahr schadende Gewächse 151
1. Sauergräser und Simsen 151. — 2. Torfmoose 151.
C. Durch Klettern, Überlagern und Herbeiführung von Stammverunstaltungen schadende Gewächse 152
1. Clematis, Waldrebe 152. — 2. Lonicera, Geißblatt 152. — 3. Convolvulus, Winde 153. — 4. Humulus lupulus, Hopfen 153.
D. Durch Überziehen von Boden und Baumrinden schädlich werdende Gewächse (Flechten) 153

Zweiter Abschnitt.

Schutz gegen Schmarotzergewächse und Pilze.

I. Phanerogame Parasiten (Schmarotzergewächse) 156
1. Viscum album, Mistel 156
2. Loranthus europaeus; Riemenblume 160
3. Gattung Cuscuta, Seide 161
II. Kryptogame Parasiten (Pilze) 162
I. Kap. Allgemeines. 162
1. Stellung im System. Äußerer Bau. Fortpflanzung 163
2. Lebensweise der Pilze 164
3. Ausbreitung der Pilze 165
4. Schaden und wirtschaftliche Bedeutung der Pilze 166
5. Schutzmaßregeln 167
A. Vorbeugungsmaßregeln 168. — B. Vertilgungsmaßregeln 168.
6. Einteilung der Pilze 171
II. Kap. Die schädlichsten Pilze, ihre Lebensweise und Bekämpfung 172
Ordnung Oomycetes 177
Unterordnung Perenosporaceae . . . 177
1. Phytophthora omnivora, Buchenkeimlingspilz 177
Ordnung Ascomycetes, Schlauchpilze 179
Unterordnung Protodiscineae 179
Familie Exoascaceae 179
Familie Erysiphaceae, Mehltaupilze . 180
2. Microsphaera Alni (Wallr.) var. quercina 180
Unterordnung Pyrenomycetes 183
Familie Hypocreaceae. 183
3. Nectria ditissima Tul., Laubholzkrebs 183
4. Nectria cinnabarina Fr., Rotpustelkrankheit. 185
5. Nectria cucurbitula Fr., Fichtenrindenpilz 186
Familie Sphaeriaceae 187
a) Laubholzschädlinge 187
6. Rosellinia quercina R. Htg., Eichenwurzeltöter 187. — 7. Dothidea noxia Ruhland 189. — 8. Aglaospora taleola Tul. 189. — 9. Valsa oxystoma Rehm 189. — 10. Gnomonia veneta Kleb. 189.
b) Nadelholzschädlinge 189
11. Trichosphaeria parasitica R. Htg., Weißtannennadelpilz 189. — 12. Herpotrichia nigra R. Htg., schwarzer Fichtennadelpilz 190. — 13. Sphaerella laricina R. Htg., Lärchenschüttepilz 191. — 14. Ceratostomella pilifera Fr., Blaufäulepilz 192.
Unterordnung Discomycetes 193
Familie Hypodermaceae 193
15. Hypoderma brachysporum Rostr., Schüttepilz der Weymouthskiefer . 193
16. Lophodermium Pinastri Chev., Kiefernritzenschorf, Schüttepilz . . 194
A. Äußere Erscheinung und Wirkung 194. — B. Vorkommen und Verbreitung 196. — C. Schaden 199. — D. Bekämpfung 200.: a) Zeit des Spritzens 201. b) Ort des Spritzens 201. c) Ausführung des Spritzens 202. d) Wiederholung des Spritzens 203. e) Beschaffenheit und Menge der Lösung 204. f) Kosten des Spritzens 204. g) Erfolge des Spritzens 205.

Seite
17. Lophodermium macrosporum R. Htg., Fichtenritzenschorf 206
18. Lophodermium nervisequium DC., Weißtannenritzenschorf 207
Familie Phacidaceae 208
19. Rhytisma acerinum Pers., Ahornschorf 208. — 20. Clithris quercina Rehm 209.
Familie Pezizineae 210
21. Peziza Willkommii R. Htg., Lärchenkrebspilz 210
22. Peziza calyciformis Willd 212. — 23. Botrytis cinerea Pers. 212. — 24. Cenangium Abietis Rehm 213. — 25. Dermatea carpinea Rehm 213.
Familie Rhizinaceae 213
26. Rhizina undulata Fr., welliger Wurzelschwamm 213
Ordnung Basidiomycetes 214
Unterordnung Uredineae, Rostpilze . 214
Familie Melampsoraceae 215
27. Melampsora pinitorqua Rostr., Kiefernbrehpilz 215. — 28. Melampsora Larici-Tremulae 216. 29. Melampsora-Arten auf Weiden 216.
30. Melampsorella Cerastii Schröt. (Aecidium elatinum Alb. et Schw.), Tannenkrebspilz 217
31. Pucciniastrum Goeppertianum Kleb. (Calyptospora Goeppertiana Kühn), Weißtannensäulenrost . . 221
32. Coleosporium (Peridermium Pini Willd. f. acicola), Kiefernnadelblasenrost 222
33. Cronartium (Peridermium Pini Willd. f. corticola), Kiefernrindenblasenrost 223
34. Cronartium ribicolum (Peridermium Strobi Kleb.), Weymouthskiefernblasenrost 227
35. Chrysomyxa Rhododendri de Bary (Aecidium abietinum Alb. et Schw.) 229
36. Chrysomyxa Abietis Ung., Fichtennadelrost 229
Familie Pucciniaceae 230
37. Gattung Gymnosporangium. . . 231
Unterordnung Hymenomycetes . . . 231
Familie Polyporaceae, Löcherpilze . . 231
38. Trametes Pini Fr., Kiefernbaumschwamm 231
39. Fomes (Polyporus) annosus Fr., Wurzelschwamm 234
40. Weitere Fomes- und Polyporus-Arten 236
a) Nadelholzparasiten 237
b) Laubholzparasiten 237
Familie Agaricaceae, Blätterpilze . . 239
41. Agaricus melleus Vahl., Hallimasch 239
42. Thelephora laciniata Pers., zerschlitzter Warzenpilz 243
Fungi imperfecti 244
Abteilung Sphaeropsidales 244
43. Phoma abietina R. Htg. 244. — 44. Septoria parasitica R. Htg. 244. — 45. Hendersonia acicola Münch. u. v. Tub. 245.
Abteilung Melanconiales 245
46. Pestalozzia Hartigii v. Tub. 245. 47. Pestalozzia funerea Desm. 246.
Abteilung Hyphomycetes 246
48. Fusoma Pini R. Htg. 246. — Cercospora acerina R. Htg. 247.

IV. Buch.

Schutz gegen atmosphärische Einwirkungen.

Erster Abschnitt.

Schutz gegen Frost.

I. Kap. Das Erfrieren 250
1. Äußere Erscheinung 250
2. Erklärung des Frosttodes 250
3. Schaden 252
A. Im allgemeinen 252
B. Nach bedingenden Momenten . . . 254
a) Holzart 254. — b) Entwickelungszustand 256. — c) Baumteil 257. — d) Holzalter 257. — e) Ausheilungsvermögen 258. — f) Betriebsart 258. — g) Bestandesschluß 259. — h) Standort 259. — i) Bodenüberzug 260. — k) Witterung 260.
C. Froststchronik 261
4. Vorbeugungsmaßregeln 262
a) Bei der Bestandesbegründung . 262
b) Bei der Erziehung und Pflege . 266
c) Bei der Ernte 266
II. Kap. Frostrisse 267
1. Äußere Erscheinung 267
2. Entstehung 267
3. Schaden 269
A. Im allgemeinen 269
B. Nach bedingenden Momenten . . . 270
a) Holzart 270. — b) Holzalter 270. — c) Baumteil 270. — d) Betriebsart 271. — e) Standort 271. — f) Jahreszeit 271.

Seite
4. Vorbeugungsmaßregeln 271
Zusatz: Frostkrebs 272
III. Kap. Das Auffrieren 272
1. Äußere Erscheinung 272
2. Erklärung 273
3. Schaden nach bedingenden Momenten 273
a) Holzart und Holzalter 273. — b) Standort 274.
4. Vorbeugungsmaßregeln. 274

Zweiter Abschnitt.
Schutz gegen Hitze.

I. Kap. Überhitzung und Austrocknung (Dürre) des Bodens . . 276
1. Äußere Erscheinung 276
2. Erklärung des Hitzetodes 276
3. Schaden 277
A. Im allgemeinen 277
B. Nach bedingenden Momenten . . . 279
a) Holzart 279. — b) Holzalter 280. c) Standort 280. — d) Bodenüberzug 281. — e) Bestandesschluß 282. — f) Anbaumethode 282. — g) Jahreszeit 283.
C. Dürrechronik 284
4. Vorbeugungsmaßregeln 284
a) Bei der Bestandesbegründung . 285
b) Bei der Erziehung und Pflege . 287.
II. Kap. Sonnen- u. Rindenbrand 288
1. Äußere Erscheinung 288
2. Erklärung des Rindenbrandes. . . 288
3. Schaden 289
A. Im allgemeinen 289
B. Nach bedingenden Momenten . . . 289
a) Holzart 289. — b) Holzalter 290. — c) Baumteil 290. — d) Baumstellung 290. — e) Standort 290.
4. Vorbeugungsmaßregeln 291
III. Kap. Rißbildungen (Sonnen- und Hitzerisse) 292

Dritter Abschnitt.
Schutz gegen Winde.

Allgemeine physikalisch-meteorologische Bemerkungen. 293
I. Kap. Schwächere Winde 296
1. Schaden 296
A. Im allgemeinen 296
B. Nach bedingenden Momenten. . . 297
a) Holzart 297. — b) Holzalter 298. c) Standort und Jahreszeit 298.
2. Vorbeugungsmaßregeln 299
II. Kap. Stürme. 300
Vorbemerkung. 300
1. Schaden 302
A. Im allgemeinen 302
B. Nach bedingenden Momenten. . . 306
a) Holzart 306. — b) Holzalter 308. c) Bestandesschluß (Wachsraum) u. Bestandeszusammensetzung 308. — d) Stammbeschaffenheit 309. — e) Betriebsart 309. — f) Standort 311. — g) Jahreszeit 313
C. Sturmstatistik (Sturmchronik) . . . 314
2. Vorbeugungsmaßregeln 322
I. Maßregeln des Waldbaues. . . . 322
1. Wahl widerstandsfähiger Holz- und Betriebsarten 322. — 2. Anzucht sturmfester Waldmäntel (Träufe): A. Erfordernisse des Waldmantels 325; B. Tauglichkeit der Holzarten zur Waldmantelbildung 326; C. Begründung und Behandlung des Waldmantels 328. — 3. Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Bestandes durch richtige Bestandespflege 333.
II. Maßregeln der Forsteinrichtung . . 334
1. Regelung der Umtriebszeit 334. — 2. Herstellung eines dem Sturmstrich angepaßten Schneisennetzes 334. — 3. Wahl der richtigen Hiebsrichtung und Hiebsfolge: Hiebsrichtung 338; Hiebsfolge 340; Hiebszugsbildung 343; Loshiebe 345. — 4. Herstellung gerader Schlagfronten 349.
III. Direkte Sicherungsmaßregeln . . 349
3. Behandlung der Bruchhölzer . . . 351
4. Behandlung der beschädigten Bestände 354
A. Baumhölzer 354. — B. Stangenhölzer 354.

Vierter Abschnitt.
Schutz gegen Wasserschäden.

I. Kap. Regen 355
1. Schaden 355
2. Vorbeugungsmaßregeln 356
II. Kap. Hochwasser 357
1. Arten und Ursachen der Hochwässer 357
2. Schaden 360
3. Vorbeugungsmaßregeln 363
I. Verbauung der Wildbäche im Aufnahmegebiet 363. A. Kulturelle und wirtschaftliche Maßregeln 363. B. Bautechnische Maßregeln 366. — II. Regelung des unteren Laufes der Gewässer 372. — III. Nichtauflassung von Teichen 373. — IV. Anlage größerer Wasserbecken 373.
Geschichte und Statistik der Wildbachverbauung 373

Seite

III. Kap. Versumpfung 375
1. Entstehung 375
2. Schaden 377
A. Im allgemeinen 377
B. Nach bedingenden Momenten . . . 378
a) Holzart 378. — b) Holzalter 378. — c) Standort und Bodenüberzug 378. — d) Bestandesschluß 378.
3. Schutzmaßregeln 380
A. Vorbeugungsmaßregeln 380
B. Bekämpfungsmaßregeln 380
Entwässerung 380
Ausführung der Entwässerung . . 382
I. Horizontale Ableitung des Wassers 382
1. Offene Entwässerung durch Gräben 382
A. Gewöhnliches Verfahren . . . 382
a) Anlage des Grabensystems 382. — b) Ausmaße der Gräben 384. — c) Zeit der Entwässerung 386. — d) Ausführung der Arbeiten 386. — e) Würdigung 386.
B. Kaisersche Entwässerungsmethode 387
2. Gedeckte Entwässerung. 389
A. Sickergräben, Sickerdohlen. . . 389
a) Bau 389. — b) Dauer 390. — c) Würdigung 390.
B. Röhrendrainage 391
a) Beschaffenheit der Röhren 391. — b) Verlegen der Röhren 391. — c) Dauer 392. — d) Kosten 392. — e) Würdigung 392.
II. Vertikale Ableitung des Wassers 392

Fünfter Abschnitt.

Schutz gegen Schnee, Lawinen, Duft, Eis, Hagel.

I. Kap. Schnee 393
1. Schaden 393
A. Im allgemeinen 393
B. Nach bedingenden Momenten . . . 395
a) Holzart 395. — b) Holzalter 397. — c) Ast- und Kronenbau, sowie Gesundheitszustand des Einzelbaumes 398. — d) Betriebsart und Bestandeszusammensetzung 401. — e) Bestandesbegründung 402. — f) Bestandeserziehung 404. — g) Standort 405. — h) Witterung und Schneemenge 406.
C. Schneebruchstatistik 407
2. Vorbeugungsmaßregeln. 409
3. Behandlung der Bruchhölzer und der beschädigten Bestände 411
II. Kap. Lawinen 414
1. Entstehung und Einteilung der Lawinen 414
2. Schaden 416
3. Lawinenstatistik 416
4. Bekämpfung 417
A. Bautechnische Schutzmaßregeln (Lawinenverbauung) 417
B. Forstliche Schutzmaßregeln (Aufforstung) 423
III. Kap. Duft und Eisanhang . 425
1. Entstehung 425
2. Schaden 427
a) Holzart 427. — b) Holzalter 428. — c) Bestandesschluß und Kronenbau 428. — d) Standort 429.
3. Duft- und Eisbruchstatistik 430
4. Vorbeugungsmaßregeln. 431
5. Behandlung der beschädigten Bestände 432
IV. Kap. Hagel 432
1. Schaden 432
A. Im allgemeinen 432
B. Nach bedingenden Momenten . . . 433
2. Hagelstatistik 434
3. Vorbeugungsmaßregeln. 435
Anhang: Blitzschaden. 437
1. Art der Beschädigung 437
2. Schaden nach bedingenden Momenten 443
a) Holzart 443. — b) Standort 449. — c) Bestandesschluß, Gesundheitszustand und Höhe der Bäume 450.
3. Blitzschutz durch Bäume 451

Verzeichnis der in den Literaturnachweisen gebrauchten Abkürzungen.

A. d. Walde = Aus dem Walde. Wochenblatt für Forstwirtschaft. Frankfurt a. M., später Tübingen.

Allg. F. u. J.-Ztg. = Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung. Frankfurt a. M.

Arb. a. d. Biol. Abt. f. L. u. Fw. am Kais. Gesundheitsamte = Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. f. L. u. Fw. = Arbeiten aus der Biologischen Abteilung (Anstalt) für Land- und Forstwirtschaft (am Kaiserlichen Gesundheitsamte) Berlin.

D. Forst-Ztg. = Deutsche Forst-Zeitung. Neudamm.

Forstl. Bl. = Forstliche Blätter. Berlin, Hannover usw., Berlin.

Forstl.-naturw. Ztschr. = Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift. München.

Forstl. Zbl. = Forstwissenschaftliches Zentralblatt. Berlin.

Krit. Bl. = Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft. Berlin, Leipzig.

Monatsschr. f. d. F. u. Jw. = Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen. Stuttgart, Berlin.

Münd. forstl. H. = Mündener forstliche Hefte. Berlin.

N. forstl. Bl. = Neue forstliche Blätter. Tübingen.

Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. = Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. = Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft bzw. (von 1908) für Forst- und Landwirtschaft. Stuttgart.

Österr. F.-Ztg. = Österr. F. u. J.-Ztg. = Österreichische Forst-Zeitung = (von 1895) Österreichische Forst- und Jagd-Zeitung. Wien.

Österr. Monatsschr. f. Fw. = Österreichische Monatsschrift für Forstwesen. Wien.

Österr. Vierteljschr. = Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen. Wien.

Ornith. Monatsschr. = Ornithologische Monatsschrift des Deutschen Vereins zum Schutze der Vogelwelt = Monatsschrift des Deutschen Vereins usw. Magdeburg.

Prakt. Bl. f. Pflsch. = Prakt. Bl. f. Pflb. u. Pflsch. = Praktische Blätter für Pflanzenschutz = Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Stuttgart.

Prakt. Fw. f. d. Schw. = Der praktische Forstwirt für die Schweiz. Aarau.

Schweiz. Ztschr. f. Fw. = Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen. Bern.

Thar. Jhrb. = Tharandter forstliches Jahrbuch = Forstwirtschaftliches Jahrbuch = Forst- und landwirtschaftliches Jahrbuch = Jahrbuch der Kgl. Sächs. Akademie für Forst- und Landwirte. Dresden, Leipzig, Berlin.

Vhdlgn. d. Forstw. v. M. u. Schl. = Verhandlungen der Forstwirte von Mähren und Schlesien. Ztschr. d. mährisch-schlesischen Forstvereins. Brünn.

Vereinsschr. f. F.-, J.- u. Naturkde. = Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde. Hrsg. vom Böhmischen Forstverein. Prag

Zbl. f. d. ges. Fw. = Zentralblatt für das gesamte Forstwesen. Wien.

Ztschr. f. F. u. Jw. = Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

Erklärung der abgekürzten Autornamen.

Alb. et Schw. = v. Albertini et v. Schweinitz.
Allesch. = Allescher.
de Bary = de Bary.
Bernh. = Bernhardi.
Boiss. = Boissier.
A. B., A. Br. = Alex. Braun.
Bref. = Brefeld.
Bull. = Bulliard.
Chev. = Chevallier.
D. C., Dec. = De Candolle.
Desf. = Desfontaines.
Desm. = Desmazières.
Desv. = Desvaux.
Dicks. = Dickson.
Diet. = Dietel.
Dietr. = Dietrich.
Duby = Duby.
Ehrh. = Ehrhart.
Forb. = Forbes.
Fr. = Fries.
Fuck. = Fuckel.
Gaertn. = Gaertner.
Gmel. = Gmelin.
Hedw. = Hedwig.
Hmpe. = Hampe.
Hoffm. = Hoffmann.
R. Htg., R. Hrtg. = R. Hartig.
Huds. = Hudson.
Jacq. = v. Jacquin.
Johans. = Johanson.
Kleb. = Klebahn.
Koch = Koch.
Krock. = Krocker.
Kühn = Kühn.
L. = Carl von Linné.
Lam. = de Lamarck.
Lamb. = Lambert.
Lind. = Lindau.
Lk., Link = Link.
Magn. = Magnus.
Mill. = Miller.
Mnch. = Moench.
Murr. = Murray.
de Not. = de Notaris.
Nutt. = Nuttall.
P. B. = A. M. Fr. Jos. Palisot de Beauvois.
Pers. = Persoon.
Plowr. = Plowright.
Rebent. = Rebentisch.
Rehm = Rehm.
Reichb. = Reichenbach.
Reichd. = Reichardt.
Rostr. = Rostrup.
Roth = Albr. Wilh. Roth.
Rss., Reeß = Reeß.
Ruhl., Ruhland = Ruhland.
Russ. = Russel.
Sacc. = Saccardo.
Sadeb., Sdbck. = Sadebeck.
Salisb. = Salisbury.
Schaeff. = Schaeffer.
Schmidt = Fr. W. Schmidt.
Schrad. = Schrader.
Schröt. = Schröter.
Schum. = Schumacher.
Ser. = Seringe.
Sm. = Smith.
Spr. = Sprengel.
Sw., Swartz = Swartz.
Thüm. = v. Thümen.
Torr. = Torry.
Tourn. = de Tournefort.
v. Tub. = v. Tubeuf.
Tul. = Tulasne.
Ung. = Unger.
V., Vahl = Vahl
Vill., Villars = Villars
Wallr. = Wallroth.
Wiesb. = Wiesbauer.
Wh. = Weihe.
Willd. = Willdenow.
Wim., Wimm. = Wimmer.
Wint. = Winter.
With., Withering = Withering.

Zweites Buch.

Schutz gegen direkt und indirekt schädliche Eingriffe des Menschen.

Die Waldbeschädigungen durch Menschen lassen sich einteilen in:

1. Grenzverletzungen.
2. Mißbräuche bei der Gewinnung des Hauptproduktes.
3. Mißbräuche bei der Gewinnung der Nebenprodukte.
4. Forstfrevel.
5. Übergriffe durch Nutzungsberechtigte.

Der Forstwirt hat die Verpflichtung, den physischen Waldbestand deutlich begrenzt zu erhalten, um Eigentumsprozessen, welche meist ebenso langwierig wie ärgerlich und kostspielig sind, vorzubeugen, um Mißbräuchen beim Nutzungsbetriebe nach Möglichkeit entgegenzuwirken oder solche, wenn sie eingerissen sind, abzustellen, um Forstfrevel zu verhindern bzw. nach Zahl und Schädlichkeitsgrad einzuschränken und endlich um einer willkürlichen, ungebührlichen Ausdehnung von Nutzungsbefugnissen zu begegnen.

Erster Abschnitt.

Schutz der Waldbegrenzung.[1])

Eine deutliche und dauerhafte Begrenzung des Waldeigentums ist unentbehrlich, um den Wald vor Verletzungen seiner Substanz und vor Übergriffen durch Berechtigte und Unberechtigte sichern zu können. Sie bildet ferner den äußeren festen Rahmen für die ganze Wirtschaftsführung und dient somit Schutz- und Betriebszwecken in gleicher Weise.

Ausscheidung von Privateigentum an Grund und Boden setzt ohne weiteres Schaffung und Bezeichnung von Grenzen voraus. Wenn es sich um mit Wald bestockten Grund und Boden handelte, nahm man es, wie die Geschichte lehrt, mit der

1) Man kann zweifelhaft sein, ob die Besprechung der Waldbegrenzung im Forstschutz unterzubringen ist. Die Lehre von den Grenzen, ihrer Bezeichnung, Beschreibung, Erhaltung usw. gehört ebenso gut zur Forsteinrichtung, da die Regelung der Grenzverhältnisse eine unerläßliche Vorarbeit für diese ist, wie zur Forstverwaltung. Der Zweck der Grenzen ist jedoch, soweit es sich um politische Grenzen handelt, in erster Linie auf Sicherung des Waldeigentums gerichtet. Infolgedessen ist es üblich geworden, die Darstellung der mit der Waldbegrenzung zusammenhängenden Fragen der Forstschutzlehre zuzuweisen.

Literatur: Ebing, H.: Die Rechtsverhältnisse des Waldes. Berlin 1874. 2. Abschnitt. II., S. 30—41. — Kalk, R.: Die Sicherung der Forstgrenzen. Eberswalde 1879.

Begrenzung lange Zeit nicht allzu ängstlich. Mit der schärferen Ausprägung des Eigentumsbegriffes sind aber auch hier die bei der Abgrenzung anderer Grundstücke üblichen Gebräuche allmählich vollständig zur Geltung gelangt.

Es sind in diesem Abschnitt im einzelnen zu behandeln: Grenzarten, Grenzvereinbarung, Grenzbezeichnung, Aufnahme, Kartierung und Beschreibung der Grenzen, gerichtliche Erfordernisse für die Gültigkeit der genannten Arbeiten, Kosten der Begrenzung, Grenzerhaltung und Grenzschutz im engeren Sinne.

1. Grenzarten.

Man unterscheidet:

A. Politische Grenzen.

a. Eigentumsgrenzen (äußere und innere).
b. Berechtigungsgrenzen (Servitutgrenzen).

B. Wirtschaftliche Grenzen.

a. Dienstbezirksgrenzen (Verwaltungsgrenzen).
b. Betriebsgrenzen (Grundeinteilungsgrenzen).

Am wichtigsten sind die Eigentumsgrenzen. Sie sind entweder äußere oder innere. Äußere Grenzen hat jedes Grundeigentum, innere nur dann, wenn es eine Enklave umschließt, z. B. wenn im Walde des Eigentümers A die Wiese des Eigentümers B liegt. In diesem Falle sind die äußeren Grenzen der Wiesenenklave zugleich die inneren Grenzen des Waldeigentums.

Die Berechtigungsgrenzen scheiden entweder einen belasteten Waldteil von einem nicht belasteten oder trennen zwei mit verschiedenen Servituten[1]) belastete Waldteile voneinander. Außerdem gehören hierzu auch die Grenzen solcher Waldgebiete, in denen man gewisse Nutzungen anderen auf Grund von Verträgen oder Gewohnheitsrechten überlassen hat, z. B Jagdgrenzen, Fischereigrenzen usw.

Die Dienstbezirksgrenzen trennen die Arbeitsgebiete der verschiedenen Dienststellen, der Schutz-, Verwaltungs-, Inspektions- und Direktionsbeamten.

Die Betriebsgrenzen endlich umfassen das Waldeinteilungsnetz. Sie zerlegen jeden größeren Wald in Betriebsklassen, Hiebszüge, Abteilungen (Distrikte, Jagen), Unterabteilungen usw.

2. Grenzvereinbarung (Grenzregulierung).[2])

Abgesehen vom Waldeigentümer hat auch der Staat Interesse daran, daß die Waldungen seines Staatsgebietes genau begrenzt sind, weil durch mangelhafte oder unrichtige Begrenzung von Grundstücken nur Rechtsunsicherheit geschaffen wird, die ihrerseits zur Belastung der Verwaltungsbehörden und Gerichte führt. Die Verpflichtung zur Feststellung des richtigen Grenzzuges (Grenzvereinbarung) und zur Erhaltung eines geordneten Grenzzustandes ist daher in allen Kulturstaaten eine ge-

1) Über den Begriff und das Wesen der sog. Waldservituten siehe den V. Abschnitt.

2) Vgl. hierzu BGB. §§ 919—924. Sie enthalten Vorschriften über Errichtung fester Grenzzeichen (Abmarkung), Verfahren bei unsicheren Grenzen (Grenzverwirrung), Benutzung und Unterhaltung der Grenzscheiden (Gräben, Hecken usw.), Rechte an auf der Grenze stehende Bäume und über Verjährung der Rechtsansprüche in bezug auf Grenzen.

setzliche. Das deutsche Bürgerliche Gesetzbuch bestimmt z. B. in § 919, daß der Eigentümer eines Grundstückes von dem Eigentümer eines Nachbargrundstückes die Mitwirkung bei der Errichtung fester Grenzzeichen und die Wiederherstellung unkenntlich gewordener verlangen kann.

Zur Aufklärung über den richtigen Grenzzug dienen die noch vorhandenen Grenzzeichen oder deren Spuren, das Zeugnis alter, grenzkundiger Leute und etwaige Grenzkarten.

Die Ausführung der Vereinbarung der Eigentumsgrenzen geschieht am besten durch einen vereidigten Geometer, der bei gütlicher Übereinkunft von den betreffenden Parteien (Anlieger, Angrenzer, Adjazenten) gewählt, anderenfalls durch die zuständige Behörde ernannt wird.

Die Angrenzer müssen bei der Vereinbarung persönlich anwesend oder durch gehörig Bevollmächtigte vertreten sein. Ihr Nichterscheinen gilt (vorschriftsmäßige Vorladung vorausgesetzt) als (stillschweigendes) Einverständnis mit der Geschäftserledigung. Der Geometer sucht die vorhandenen Anstände auf gütlichem Wege durch Vorschlag eines Grenzzuges zu beseitigen, welcher den beiderseitigen Interessen möglichst entspricht. Gelingt ihm dieses nicht, so entscheidet die zuständige Gerichts- oder Verwaltungsbehörde.

In bezug auf die Sache selbst muß die Erzielung möglichst langer, gerader Grenzzüge als leitender Gesichtspunkt angenommen werden, weil hierdurch eine vollständigere Benutzung der Grundstücke ermöglicht und der Aufwand für die Grenzvereinbarung und Erhaltung vermindert wird. Man darf aber diesem Grundsatze zuliebe nicht so weit gehen, Grenzpunkte auf Wege oder sonstige unpassende Stellen (z. B. Sümpfe usw.) zu legen.

Die vereinbarten Grenzpunkte werden alsbald durch Einschlagen dauerhafter Pflöcke, außerdem auch wohl durch Aufreißen schmaler Gräbchen in der Richtung des Grenzzuges, zumal in Winkelpunkten, sog. Winkelzeichen (Abb. 1), durch Erd-


Abb. 1. Grenzpflock mit Winkelzeichen.


Abb. 2. Grenzpflock mit Erdkranz.

kränze (Abb. 2) usw. bezeichnet. Die Aufstellung fester Grenzzeichen (Steine usw.) an Stelle der Pflöcke (Vermarkung) erfolgt gewöhnlich erst später.

Über den vereinbarten Grenzzug muß von dem Geometer ein Faustriß aufgenommen und über das Vereinbarungsgeschäft ein genaues Protokoll geführt werden.

Die Bestimmung der Wirtschaftsgrenzen geht einseitig vom Waldeigentümer aus. Die hierbei maßgebenden Gesichtspunkte sind in der Lehre von der Forstverwaltung und Forsteinrichtung zu erörtern.

3. Grenzbezeichnung.

Die Grenzbezeichnung bezweckt eine sichere und dauerhafte Bezeichnung des Grenzzuges mit festen Grenzzeichen. Man bezeichnet die Grenzen entweder nur durch natürliche oder ausschließlich durch künstliche Grenzzeichen oder durch beide und unterscheidet hiernach natürliche, künstliche und gemischte Grenzen.

Die dauerhafteste Bezeichnung erfordern selbstverständlich die Eigentums- und Berechtigungsgrenzen.

A. Natürliche Grenzzeichen.

Hierzu gehören: Gebirgskämme, Bergrücken, Täler, Schluchten, Felsen, Wege[1]), Flüsse, Bäche, Bäume, welch letztere man mit gewissen Zeichen versieht, z. B. mit eingehauenen Kreuzen oder Löchern (Lach-, Loch-, Mal-, Mark-, Rainbäume), oder die man in einer gewissen Höhe über dem Boden umknickt (Knickbäume) oder köpft[2]) usw.

Die natürlichen Grenzzeichen kranken teilweis an dem Nachteil, daß sie nicht beständig genug sind und daß sie die Grenzlinie nicht bestimmt genug bezeichnen. Bäume z. B. gehen infolge von Altersschwäche, Sturm oder Frevel leicht verloren; Wege sind, wenn es sich nicht um festgebaute Straßen handelt, nicht selten Änderungen unterworfen. Noch weniger eignen sich Flüsse, Bäche usw. als Grenzzeichen. Bei Hochwasser graben sie sich bekanntlich nicht selten ein neues Bett oder erweitern und verändern ihr altes. Außerdem ist die wirkliche Grenzlinie durch einen Wasserlauf nur ungenau bestimmt.

Soweit nicht das Eigentum eines anderen (Staat usw.) am Flußbett begründet ist, steht den Eigentümern der Ufergrundstücke, den Anliegern, das Eigentum am Flußbett anteilig zu. Die gemeinsame Grenze wird dann von der den Flußkrümmungen folgenden Mittellinie *M* (Abb. 3) gebildet. Diese Mittellinie des Flußbettes bestimmt sich nach den Uferlinien, sofern deutlich ausgeprägte Uferränder vorhanden sind. Wo solche fehlen, ist der gewöhnliche (normale) mittlere Wasserstand für die Uferlinie maßgebend.

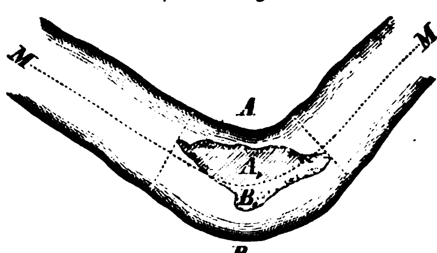


Abb. 3. Teilung einer Insel zwischen die beiden Anlieger A und B.

Wichtig wird die Mittellinie zur Beurteilung der Eigentumsrechte bei einer im Flusse befindlichen oder entstehenden Insel,

1) Wege sind ja bekanntlich keine Naturgegenstände; man pflegt aber nicht nur die kunstlosen, ohne Zutun des Wirtschafters entstandenen Pfade, sondern auch die gebauten Wege gemeinhin zu den natürlichen Grenzzeichen zu zählen.

2) In früheren Zeiten wählte man mit Vorliebe Eichen und Buchen zu Grenzbäumen, namentlich solche Exemplare, die sich durch Stärke oder Form (Zwieselbildung) auszeichneten. Sehr üblich war die Bezeichnung der Grenzbäume durch ein eingehauenes oder eingeschnittenes Kreuz. In einer Lorscher Urkunde ist z. B. von einer Lachbuche (mit Lacheneinschnitten versehen) die Rede. Die Grenzbäume wurden früher oft gerad auf die Grenzlinie gepflanzt. Später sah man ein, daß dies Verfahren mit Übelständen verknüpft war; die Forstordnungen des 17. Jahrhunderts, z. B. die Weimarische (1646), die Gothaische (1664) beseitigten daher diese Bestimmung. Teilweis schon früher traten an die Stelle der Grenzbäume Grenzsteine. In der Salzburger Waldordnung des Erzbischofs Matthäus Lang v. J. 1524 wird z. B. das Setzen von Marksteinen angeordnet. Die Forstordnung für die Österreichischen Vorlande von 1787 erwähnt Grenzbäume überhaupt nicht mehr, sondern spricht nur von Marksteinen.

desgleichen dann, wenn das Wasser dauernd vom Ufer zurücktritt. Die in einem fließenden Gewässer sich auf natürlichem Wege bildenden Inseln gehören vielfach (Preußen, Sachsen), jedoch nicht überall in Deutschland, den Eigentümern des Bettes, auf deren Grund und Boden sie sich bilden. So fällt z. B. der in Abb. 3 schraffierte Teil A_1 der Insel dem Anlieger A, der Teil B_1 dem jenseitigen Anlieger B zu.

Anschwemmungen (Anlandungen, Erdzungen) fallen dem Eigentümer des anliegenden Ufers als eine natürliche Fortsetzung seines Grundstückes selbst dann zu, wenn sie über die Mitte des Flusses hinausgehen. Wenn mehrere Anlieger in Frage kommen, so geschieht die Teilung nach Maßgabe der verlängerten Grenzlinie. Die bis c (Abb. 4) verlängerte Grenzlinie ab teilt die Anschwemmung C in zwei Teile, von welchen A_1 dem Anlieger A und B_1 dem Anlieger B zufällt. Gleiches gilt, wenn infolge natürlicher oder künstlicher Senkung des Wasserspiegels Verbreiterungen der Ufergrundstücke nach der Mitte des Wasserlaufes zu erfolgen.

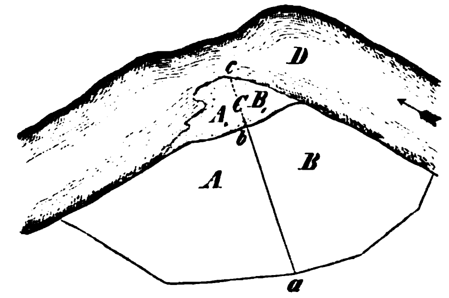


Abb. 4. Teilung einer Anschwemmung C im Flusse D zwischen die beiden Anlieger A und B.

Erdabrisse hingegen kann der Grundeigentümer binnen einer gewissen Frist, in der Regel innerhalb eines Jahres, zurückfordern, sofern sich das abgerissene Land an ein anderes Ufergrundstück angelegt hat.

Verhinderung der Abspülung durch Uferbefestigung steht dem Uferbesitzer frei, aber nicht vorsätzliche Beförderung der Anspülung durch entsprechende Wasserbauten oder Anpflanzungen, durch welche der gewöhnliche Wasserlauf gestört wird.[1])

Bei größeren Gewässern hat die Grenzaufnahme auch auf die etwaigen Sicherungswerke der Ufer sich zu erstrecken.

Weit brauchbarere und sicherere natürliche Grenzzeichen sind an geeigneter Stelle im Grenzzuge liegende größere Felsblöcke und hervorstehende Kuppen des anstehenden Gesteines. Durch Anbringen (Anmalen, Einmeißeln) von Nummern, Eigentumszeichen usw. werden sie äußerlich zum Grenzzeichen und bilden dann als sog „Lachtern" (Abb. 5) ein wertvollen Ersatz für Grenzsteine.



Abb. 5. Grenzlachter.

Zur Bezeichnung von Eigentumsgrenzen sollen die natürlichen Grenzzeichen möglichst nur dann Verwendung finden, wenn Veränderungen in ihrem Verlaufe oder Bestande so gut wie ausgeschlossen sind, wie z. B. bei scharfen Gebirgskämmen, felsigen Schluchten, steilen Ufern usw. In allen anderen Fällen wird man sich bei der Bezeichnung politischer Grenzen nur dann mit ausschließlich natürlichen Grenz-

1) Ebing: a. a. O. S. 31—33.

zeichen begnügen, wenn die Örtlichkeit die Anbringung künstlicher Merkmale nicht gestattet.

Weit weniger Bedenken liegen bei der Markierung von Wirtschaftsgrenzen gegen die Wahl natürlicher Grenzzeichen vor.

B. Künstliche Grenzzeichen.

Die künstlichen Grenzzeichen dienen entweder zur Bezeichnung der Grenzwinkelpunkte, oder sie bezwecken Festlegung der Grenzlinien. Die ersteren sind die wichtigeren.

Man nennt die Bezeichnung einer Grenze mit festen, dauerhaften künstlichen Grenzzeichen Vermarkung, Abmarkung oder Vermalung.

a) Bezeichnung der Grenzwinkelpunkte.

Sie geschieht durch Steine, Erdhügel, Holzsäulen, eiserne Stangen, Gruben oder Steinpyramiden.

Zur Würdigung dieser verschiedenen Grenzmale ist folgendes anzuführen:

1. Grenzsteine.[1]) Wenn Grenzsteine ohne erhebliche Kosten zu beschaffen sind und der Boden ihre Verwendbarkeit gestattet, sind sie besser als alle anderen Grenzzeichen. Die Vorzüge regelrecht behauener Grenzsteine sind: genaue Bezeichnung der Grenzwinkelpunkte, geringes Erfordernis an Raum, große Standfestigkeit, erschwerte Beseitigung und lange Dauer. Aus diesen Gründen ist die Bezeichnung der Winkelpunkte durch Steine schon seit langer Zeit am gebräuchlichsten.

Zur Herstellung von Grenzsteinen verwendet man mit Vorteil Material, welches hinreichende Festigkeit (feines Korn) besitzt und sich doch gut bearbeiten läßt, z. B. Basalt, Dolerit, feinkörnigen Granit, Melaphyr, dichten Kalk- oder festen Sandstein mit viel kieseligem Bindemittel. Schieferige Gesteine, z. B. Glimmer- oder Tonschiefer usw., und weiche Sandsteine sind ungeeignet, weil sie vom Frost zerklüftet werden.

Der oberirdische Teil, der Kopf, des Grenzsteines wird meist vierkantig (im Querschnitt rechteckig oder quadratisch) behauen und oben abgerundet, damit das Regenwasser abfließt. Steine mit runden, in Form eines abgestutzten Kegels nach oben verjüngten Köpfen findet man ihrer höheren Herstellungskosten wegen selten, obgleich sie gegen Anfahren und Verstoßen besser geschützt sind als die eckigen Steine.



Abb. 6. Grenzstein.

Auf der Stirnfläche des Steines wird entweder das Winkelzeichen oder ein Kreuz eingemeißelt. Im ersteren Falle müssen die Schenkel des Winkels in die Richtung der im Winkelpunkte zusammenlaufenden Grenzlinien weisen.

Der im Boden versenkte Teil, der Fuß (etwas über $^1/_2$ bis $^3/_5$ der Gesamtlänge), bleibt unbehauen (Abb. 6). Je stärker der Fuß ist, um so fester stehen die Steine.

Die Ausmaße der Grenzsteine richten sich nach der Wichtigkeit der Grenze. Die

---

1) Hees: Waldgrenzsteine. D. Forst-Ztg. 1913, 381.

größten Maße pflegt man den Landesgrenzsteinen zu geben. Das Nähere hierüber bestimmen die einzelnen Landesverordnungen.

Kalk gibt als zweckmäßige Größe der Grenzsteine 1—1,3 m Länge, 20—30 cm Breite und ebenso viel Dicke an. Nach C. von Fischbach sollen die Grenzsteine wenigstens 60—80 cm, in den sächsischen Staatswaldungen etwa 40 cm, in Preußen 30 cm über den Erdboden hervorragen und nicht zu schwach sein. In Hessen werden die Gemarkungsgrenzsteine 75 cm lang und 20 cm breit und dick, die Flur- und Parzellengrenzsteine nur 16 cm breit und dick angefertigt. Als Länge dürften im allgemeinen 60—80 cm genügen. Bei der Bemessung der Dicke ist auf das Gestein Rücksicht zu nehmen; weiches Material bedingt dickere Steine als hartes.

In neuerer Zeit stellt man auch Grenzsteine aus Zementbeton[1]) her, die wegen ihrer Festigkeit und Dauer gelobt werden und wesentlich billiger sind als die teilweis recht teueren Natursteine. Beachtung verdient namentlich der von dem Steuerinspektor Schmeißer herrührende zweiteilige Normalgrenzstein[2]) (Abb. 7), dessen Herstellung von der Zementwarenfabrik Georg Börner in Hersfeld als Patentinhaberin (D. R. P. Nr. 109385) und einer Reihe anderer Kunststeinfabriken besorgt wird.

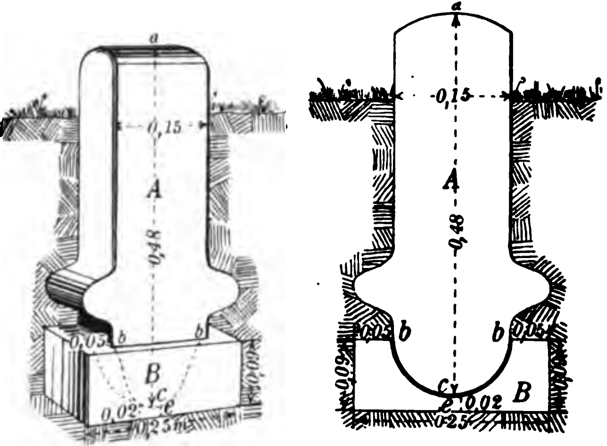


Abb. 7. Schmeißers zweiteiliger Normalgrenzstein.

Der Normalgrenzstein besteht aus zwei Teilen, dem Grenzstein A und der Grenzplatte B. Letztere ist viereckig oder rund, in der Mitte halbkugelig ausgehöhlt und durchlocht. Der an seinem unteren Ende abgerundete Grenzstein A wird in die Aushöhlung der in den Boden versenkten Platte B eingesetzt und bewegt sich hier im Kugelgelenk, so daß er leicht wieder in die richtige Lage gebracht werden kann, wenn er durch Anfahren usw. aus der senkrechten Stellung herausgeschoben worden ist. Die Lage der als „stummer Zeuge" (s. S. 10) wirkenden Platte kann durch äußere Einflüsse nicht verändert werden. Geht der Stein A ganz verloren, so kann nach Freilegung der Platte ein neuer Stein ohne jede Mühe eingesetzt werden.

Die gewöhnlichen Maße des Schmeißerschen Grenzsteines sind: Höhe 48 cm, Breite 15 cm, Dicke 10 cm. Die Platte ist 25 cm breit, am Rande 9 cm und im tiefsten Punkte der Aushöhlung 2 cm dick. Für Ackerflächen, die mit Tiefkultur bewirtschaftet werden, müssen die Steine A entsprechend länger sein, damit die Platte B beim Pflügen nicht berührt wird. Für nasse Böden werden größere Platten geliefert, die dann am besten auf drei oder vier als Rost eingeschlagene eichene Pfähle aufgesetzt werden.

Um den Grenzstein genau auf den gegebenen Grenzpunkt zu setzen, wird hier zunächst ein 1 cm starker eiserner Stab senkrecht so tief in den Boden getrieben, daß er 10—15 cm tiefer reicht als die einzusetzende Grenzplatte B zu liegen kommen soll. Nach Entfernung der Erde bis zur gewünschten Tiefe wird die Platte mittels des zentralen Loches an dem eisernen Stabe heruntergeführt. Hierauf wird sie durch Erde, Steine usw. gehörig befestigt und nach Entfernung des eisernen Stabes mit dem in die Ausrundung ein-

1) Gehrhardt: Allg. F. u. J.-Ztg. 1911, 399. — 2) das. 1902, 220. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1902, 320. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1902, 263.

gefügten Steine A beschwert. Senkrechtstellen des Steines, Zuwerfen des Loches und Feststampfen der Erde beenden die Arbeit.

Auch in einigen Teilen Österreichs haben sich Grenzsteine aus Beton bzw. Zement (1 Teil Portlandzement und 3 Teile reiner gewaschener Kies oder Flußsand mit Schotter) wegen ihrer Dauer und Festigkeit bewährt. Gleiche Erfahrungen hat man in einigen Schweizer[1]) Kantonen mit Zementgrenzsteinen gemacht.

In Issel bei Trier werden auch Betonsteine mit rundem Kopf und hohlem Kern angefertigt. Sie sind leichter und billiger als die ganz massiven Steine. Der Hohlraum wird beim Setzen mit Erde ausgefüllt.

Bei der Versteinung (Vermarkung) der Grenze wird auf jeden Winkelpunkt an Stelle des bei der Vereinbarung eingeschlagenen Holzpfahles ein Hauptstein gesetzt.

Bei großer[2]) Entfernung je zweier Winkelpunkte voneinander oder bei Geländeerhöhungen zwischen ihnen, die den Blick von einem Grenzstein zum anderen verhindern, werden Zwischensteine, sog. Läufer, Laufsteine oder Weiser zwischen die Hauptsteine eingesetzt. Sie werden meist wenig oder gar nicht bearbeitet, dienen lediglich zur Sichtbarmachung des Grenzverlaufes und erhalten — bei besonders guter Ausführung — auf ihrer Stirnseite anstatt eines Winkelzeichens oder eines Kreuzes eine gerade Linie, als Zeichen eines gestreckten Winkels.

Die Steinsetzung darf mancherorts nur durch vereidigte Steinsetzer (Feldgeschworene, Märker, Siebener)[3]) vollzogen werden. Die Anlieger müssen bei diesem Geschäfte zugegen sein.

Beim Setzen selbst ist zu beachten, daß der einzelne Stein senkrecht und genau im Scheitel des von den Grenzlinien gebildeten Winkels zu stehen kommt. Der Schnittpunkt der auf der Stirnfläche des Steines eingehauenen gekreuzten Linien bzw. der Scheitelpunkt des eingerissenen Grenzwinkels muß senkrecht über dem Fußpunkt des eben entfernten Holzpfahles liegen.

Zu diesem Zwecke legt man vor dem Auswerfen des Loches die Mitte eines hinreichend (2—3 m) langen Stabes genau über den Grenzpunkt und schlägt an den beiden Enden des Stabes Pfähle ein. Nach dem Einbringen des Steines in das ausgeworfene Loch prüft man seine Stellung durch Überhalten des Stabes und richtet den Stein, wenn nötig, nach der Stabmitte. Der größeren Sicherheit wegen können auch noch zwei weitere Pfähle um den Grenzpunkt herum in der eben beschriebenen Weise eingeschlagen werden.

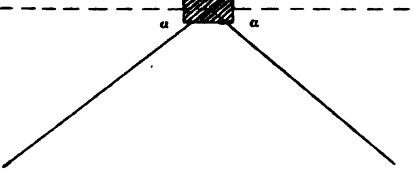


Abb. 8. Richtig stehender Grenzstein.

Um die Grenzsteinnummer gut sichtbar zu machen, empfiehlt es sich, die Steine im Loch nach dem Augenmaß so zu richten, daß die Nummerseite mit den beiden Grenzlinien gleiche Winkel bildet (Abb. 8). Bei dieser Stellung sind auch die Kanten der Steine weniger gefährdet als bei dem vielfach üblichen Verfahren, die Grenzsteine alle nach einer Himmelsrichtung zu orientieren (Abb. 9). Steht der Stein richtig und hinreichend tief, so gibt man ihm durch Verkeilen seines Fußes mit gröberen Steinen und durch Zuwerfen des Loches mit der ausgehobenen Erde festen Halt. Man kommt hierbei aber besser

---

1) Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1902, 9.

2) Im Großherzogtum Hessen wird unter einer großen Entfernung eine solche über 200 Schritte verstanden.

3) Die Bezeichnung „Siebener" hängt damit zusammen, daß in manchen Ländern oder Gegenden zu einer Amtshandlung sieben Feldgeschworene gehören.

zum Ziel, wenn man nur reine Erde beim Ausfüllen des Loches verwendet, diese aber beim Einwerfen mit einem geeigneten Holzstempel ordentlich feststampft. Das Loch muß dann natürlich so groß sein, daß der Stampfer zwischen Stein und Lochwand allenthalben genügend Raum hat.

Um den Stein von der Umgebung gut abzuheben, ist es unter Umständen zweckmäßig, um ihn herum eine 1 qm große Platte durch Aufwerfen von Erde und Belegen derselben mit Moos, Rasen usw. herzustellen. Die Plattendecke dient zugleich als Schutz gegen Anspritzen von Erde bei Regen.

Besondere Sorgfalt ist beim Setzen von Grenzsteinen auf feuchten, moorigen Böden, in der Nähe von Gewässern oder Wegen, an steilen, flachgründigen Hängen und anderen gefährdeten Örtlichkeiten anzuwenden. Auf naßquelligem Boden sind, sofern hier nicht Holzsäulen vorgezogen werden, vorerst Hügel aufzuwerfen, um die Steine hoch heraus zu bekommen, oder es ist für diese durch Einschütten kleiner Steine in das Loch eine möglichst feste Unterlage zu schaffen.

Abb. 9. Ohne Berücksichtigung des Grenzwinkels nach ein und derselben Himmelsrichtung orientierte Grenzsteine.

Empfehlenswert ist auch das von Hees (a. a. O.) auf brüchigen Stellen angewendete Verfahren, Eichenpfähle zu spalten und die Spaltstücke mit der platten Seite nach dem Stein zu an allen Seiten desselben so einzutreiben, daß die Spitzen unter den Stein kommen. Der Stein steht dann in einem nach unten sich verengenden Schacht. Die Pfähle sind, um sie vor Fäulnis zu schützen, in ganzer Länge einzuschlagen und mit Rasen zu überdecken.

Bei nur *künstlicher* Begrenzung setzt man die Steine genau auf die Grenzlinie. Ist die Begrenzung nebenbei aber noch eine *natürliche*, z. B. durch einen gemeinsamen Weg oder Bach, so setzt man die Grenzsteine abwechselnd auf das Grundeigentum beider Anlieger (Abb. 10).

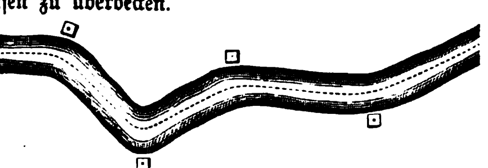


Abb. 10. Grenzbach mit Grenzsteinen.

Wenn in solchen Fällen ein Ausbrechen der Steine zu befürchten ist (auf losem Grunde, an steilen Hängen) oder die Gefahr des Umgefahrenwerdens oder Unterwaschens vorliegt, so „*flüchtet*“ man die Steine, d. h. man setzt sie an die nächst sichere Stelle und bemerkt das dieserhalb Nötige über Richtung und Entfernung in der Grenzbeschreibung. Steine, die nahe an Wege gesetzt werden müssen, sind durch Abweis- (Prell-)steine, Pfähle oder Korbgeflechte gegen das An- und Umfahren zu schützen. Auf gemeinsam besessenen Wegen können die eigentlichen Grenzsteine auch in der die Grenzlinie darstellenden Wegmitte versenkt werden. An den Rand des Weges gesetzte Kontrollsteine dienen dann dazu, das Auffinden der wirklichen Grenzsteine zu erleichtern (Abb. 11).

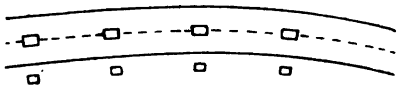


Abb. 11. Zu gemeinsamem Besitz befindlicher Weg mit versenkten Grenzsteinen in der Mitte und Kontrollsteinen am Rande.

Um den Standpunkt abhanden gekommener Grenzsteine sicher wieder auffinden zu können, ist es vielfach gebräuchlich, unverwesliche Gegenstände, z. B. Glas- oder

Porzellanscherben, Schlacken, Kohlen, Ziegelstücke, Mineralien, die in der Umgegend nicht vorkommen oder auch besondere Tonsiegel (Abb. 12) beim Setzen der Steine unter diese einzulegen. Man nennt solche Gegenstände *Kunden* oder *stumme Zeugen*. Derartige Unterlagen sind besonders bei Wahl unbehauener Steine, wie sie mitunter von Privaten gesetzt werden, empfehlenswert. Ihre Beschaffenheit, desgleichen die Art und Weise des Auslegens soll nur den Steinsetzern bekannt sein und muß von diesen geheim gehalten werden. Wo Theodolitmessung stattfindet, sind stumme Zeugen entbehrlich, weil jeder etwa verloren gegangene Grenzpunkt aus den Koordinaten des Polygonzugs leicht wieder ermittelt werden kann.



Abb 12. Tonsiegel der Forstmeisterei Schwarzwald (Sachsen-Gotha).

Sämtliche Hauptgrenzsteine werden *numeriert*, und zwar der Umfang eines jeden Waldkörpers für sich, ebenso jede einzelne Waldenklave und Parzelle. Bei größeren Waldkörpern empfiehlt es sich aber nicht, die Nummerfolge für die ganze Grenze fortlaufen zu lassen. Man tut besser, im Anschluß an bestimmte Gemarkungsgrenzen oder an Geländeabschnitte einzelne Grenzzüge auszuscheiden und innerhalb eines jeden derselben eine besondere mit 1 anfangende Nummerfolge zu bilden. Man vermeidet dadurch zu hohe Nummern und verhindert, daß Fehler, die etwa beim Numerieren entstehen, sich weit fortpflanzen. Andererseits machen Besitzstandsänderungen nur für den betreffenden Grenzzug eine Änderung der Nummerfolge nötig. Bei kleinen Änderungen erhalten die eingeschobenen Steine die Nummern der daneben stehenden und Buchstaben, z. B. 31 a.

Die Nummern werden mit arabischen Ziffern an der Breitseite eingehauen und schwarz oder rot ausgemalt. Wo das Einmeißeln unterbleibt, wird die Nummer auf eine geglättete, mit weißer oder schwarzer Ölfarbe überstrichene Fläche schwarz oder rot bzw. weiß aufgeschrieben. Das Verfahren, die Nummer zu schreiben, ist billiger und erleichtert das Umnumerieren, macht aber andererseits öfteres Auffrischen der Nummerschilder und Nummern nötig.

Verschieden, oft ohne jede bindende Regel, ist das Verfahren, den Lauf der Nummerfolge nach der Himmelsrichtung oder in anderer Weise zu ordnen. In Preußen gilt in dieser Beziehung die Vorschrift, die Nummern sich so folgen zu lassen, daß beim Begang der Grenze die eigene Fläche zur Linken liegt, wenn der Nummerfolge nachgegangen wird.

Vielfach werden an einer Seitenfläche des Grenzsteines, zumeist an der Gegenseite der Nummerfläche, Eigentums- oder Hoheitszeichen (Anfangsbuchstaben des Eigentümers, Wappen, Kronen, gekreuzte Schwerter usw.) angebracht. Beim Einsetzen derartiger mehr oder weniger luxuriös ausgestatteter Steine ist darauf zu achten, daß die mit den Eigentumszeichen versehene Seite dem eigenen Besitz zugewendet wird. Noch mehr empfiehlt es sich aber, Nummer und Eigentumszeichen auf *einer* Seitenfläche zu vereinen und diese nach dem eigenen Besitz zu richten. Man hat dann beim Grenzbegang nicht nötig, um den Grenzstein herumzugehen, um die auf seiner Außenseite befindliche Nummer zu lesen.

Den übrigen, unter 2—6 nachstehend genannten zur Bezeichnung der Grenzwinkelpunkte gebrauchten Grenzzeichen kommt bei weitem nicht die Bedeutung zu wie den Grenzsteinen. Mit Ausnahme der Grenzhügel werden sie nur ausnahmsweise angewendet.

2. Grenzhügel. Es sind halbkugelförmige Erdaufwürfe von 1,2—2 m unterem Durchmesser und 0,7—1,0 m Höhe. Das Material zum Hügel wird einem den Erdkegel kreisförmig umgebenden, etwa 40 cm breiten Graben entnommen. Zweckmäßigerweise deckt man den Hügel mit Rasen-, Heidekrautplaggen oder dgl. ab, um ihn haltbarer zu machen. Um den geometrischen Grenzpunkt festzulegen, werden unverwesliche Gegenstände als stumme Zeugen unter deu Hügel gelegt. Anderwärts benutzt man zu diesem Zwecke eine senkrecht gestellte Drainröhre oder schlägt im Grenzpunkt einen hinreichend langen Pfahl ein, um den herum der Hügel angeschüttet wird.

Zum Zwecke der Numerierung wird ein zum Aufschreiben der Nummern genügender Stein in den Hügel eingesetzt. Wo auch solche Steine nicht beschafft werden können, verwendet man Nummerpfähle oder benutzt den im Grenzwinkelpunkt eingeschlagenen Pfahl als solchen, indem man an seinem über den Hügel herausstehenden Ende die Nummer aufmalt, einschneidet oder einbrennt.

In Oberschlesien heißen die Grenzhügel Kupitzen oder Kopitzen[1]), in anderen Gegenden bezeichnet man sie als Malhaufen.

Die Grenzhügel haben den Vorzug der Billigkeit, weil das Material an Ort und Stelle gewonnen werden kann. Sie sind aber Veränderungen und Zerstörungen durch Verwehen, Abschwemmen, Zertreten usw. leicht ausgesetzt und sind deshalb nur dort gerechtfertigt, wo sich Grenzsteine ohne erheblichen Aufwand nicht beschaffen lassen oder eine Versteinung aus anderen Gründen unmöglich ist. Allenfalls sind sie auch dann zulässig, wenn die Grenzbezeichnung nur eine vorübergehende Bedeutung hat.

3. Grenzpfähle und hölzerne Grenzsäulen. Sie faulen mit der Zeit ab und leiden durch Beschädigungen und Entwendungen. Infolgedessen werden sie nur in besonderen Fällen als Grenzmale angewendet. Man findet sie mitunter im Hochgebirge; hauptsächlich kommen sie aber an Seerändern, ferner auf nassen, moorigen Böden, in Brüchern usw. in Betracht, weil Steine und Hügel hier versinken würden. Es empfiehlt sich, bei der Herstellung von Grenzpfählen ein dauerhaftes Holz (Eiche, Lärche, kernige Kiefer, Robinie) zu verwenden und seine Widerstandsfähigkeit durch Teer- oder Karbolineumanstrich oder durch Imprägnation zu erhöhen. Ferner sind die Pfähle möglichst tief einzurammen und gehörig zu verkeilen.

Die für feuchte Stellen hin und wieder empfohlene Verwendung von Setzstangen (Weide, Pappel) führt zum Entstehen von Grenzbäumen und ist mit deren Nachteilen behaftet.

4. Grenzeisenstangen sind in Sachsen (bei Plagwitz, auf dem Rittergute Paunsdorf[2]) usw.) und in Württemberg (Forstbezirk Hall)[3]) zu Vermarkungszwecken angewendet worden.

Die einfachsten und billigsten Formen sind die aus alten Radreifen hergestellten Grenzstangen (Abb. 13). Um die Stange vor dem Herausreißen zu sichern, ist ihr umgebogener

1) Nach K. Weinhold (Beiträge zu einem schlesischen Wörterbuch) bedeuten die zwei Ausdrücke „Kúpitze“ und „Kópitze“ einen kleinen Erdhaufen zur Grenzbezeichnung. Das Wort stammt von dem polnischen Maskulinum kopiec (sprich kopjez) = aufgeschütteter Hügel, Grenzhügel, Markstein, Wall.

2) Nach schriftlichen Mitteilungen des Gutsbesitzers W. Kärner. — 3) Rheinhard: Allg. F. u. J.-Ztg. 1879, 376.

Fuß nach dem Einbringen in eine hinreichend tiefe Grube ordentlich zu beschweren und die wieder eingefüllte Erde gehörig festzustampfen.

Gefälligere Formen sind Abb. 14 und 15 abgebildet. Die Stäbe mit lockerer Platte empfehlen sich besonders, wenn größere Flächen in kurzer Zeit mit vielen Grenzzeichen versehen werden müssen. Man stößt in diesem Falle Löcher mit einem Pfahleisen in den Boden und stellt die Stangen vorläufig ohne die untere Platte, welche sich aufwärts abstreifen läßt, ein; die Platten selbst werden erst später eingegraben und mit Steinen beschwert. Abb. 15 zeigt eine Stange mit fester Platte und eine Verdickung an der Stelle, wo das Eisen aus dem Boden tritt; die Verdickung soll größere Haltbarkeit bezwecken. Am oberen Ende der Stangen kann man zum Einschlagen der erforderlichen Namen (R. P. = Rittergut Pauns-dorf) und Zahlen entweder Längs- oder Querplatten anbringen. Für besonders scharf aus- oder einspringende Eckpunkte können winklig umgebogene Eisenstangen (Abb. 16 a b) in Betracht kommen. Zur Erhöhung der Dauer streicht man die Stangen mit Mennige an.

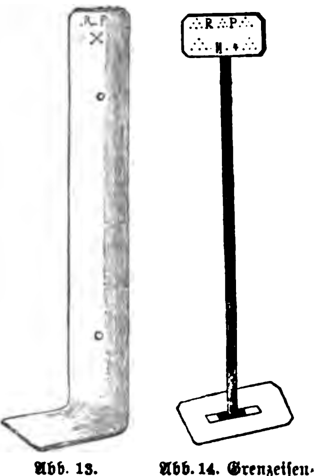


Abb. 13. Aus Radreifen hergestellte Grenzeisenstange.

Abb. 14. Grenzeisenstange mit Querschrift und verschiebbarer Bodenplatte.

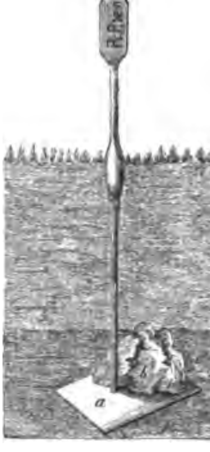
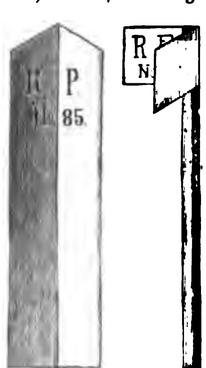


Abb. 15. Grenzeisenstange mit Längsschrift und fester, durch einen Stein (b) beschwerter Bodenplatte (a).

Die Vorteile eiserner Grenzstangen bestehen in genauer Bezeichnung der Grenzpunkte, leichter Beförderungsmöglichkeit und großer Dauer. Ihrer geringen Staufläche wegen sind derartige Grenzmale besonders dort brauchbar, wo in Gräben usw. fallende Grenzpunkte bezeichnet werden müssen.

5. Grenzgruben: 20—40 cm tiefe quadratische oder rechteckige Gruben mit senkrechten Wänden. Ihrer Unbeständigkeit und leichten Beseitigungsmöglichkeit wegen selbst auf bindigen Böden völlig unbrauchbar.

6. Steinhaufen in Pyramidenform: ebenfalls unzuverlässig und zu kostspielig.



a b

Abb. 16. Eiserne Grenzzeichen für Eckpunkte.

b) Bezeichnung der Grenzlinie.

Die Bezeichnung der Grenzlinie kann durch Gräben, Schneisen, Baumreihen, Hecken, Steinwälle oder Mauern erfolgen. Das gebräuchlichste Mittel sind Gräben (in Verbindung mit Steinen); sie sind unter den Bezeichnungsmitteln für die Grenzlinie das, was die Steine unter den Winkelpunktmerkmalen sind.

1. Grenzgräben. Ihre Vorzüge sind: scharfe und deutliche Begrenzung, Verhinderung des Abpflügens und Übergrasens. Sie empfehlen sich daher insbesondere da, wo Wald mit Wiese oder Feld zusammenstößt. Abgesehen von sehr steinigem, moorigem oder sehr losem Boden sind sie wohl überall ausführbar.

Man unterscheidet Vollgräben (Lauf- oder ganze Gräben) und Stückgräben (aussetzende Gräben).

Die gewöhnlichen **Ausmaße** der Vollgräben sind 50—75 cm Oberweite, 20—25 cm Sohlenweite und ebensoviel Ausladung, Böschungshöhe oder Grabentiefe, d. h. einfache Böschung[1] (Abb. 17). Als Grenzlinie gilt, wenn die Anlegung des Grabens auf Kosten beider Anlieger geschieht, die Mitte der Grabensohle (Abb. 18). Wird der Graben nur von einem Anlieger ausgeführt, so liegt er naturgemäß auf dessen Grund und Boden und befindet sich im alleinigen Eigentum des Herstellers. Die äußere Grabenkante kommt dann gewöhnlich auf die Grenzlinie zu liegen (Abb. 19). Das letztere Verfahren (Preußen) empfiehlt sich mehr als gemeinsame Gräben, um neben der Gleichförmigkeit in der Grenzbezeichnung auch die Räumung der Gräben in der Hand zu behalten.

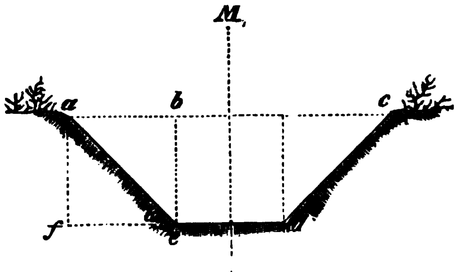


Abb. 17. Graben im Querschnitt.
ac = Oberweite, de = Sohlenweite (Grabensohle), be = Grabentiefe, $ef = ab$ = Ausladung, af = Böschungshöhe, ae = Böschungslinie (Böschung), $\sphericalangle \alpha$ = Böschungswinkel, Δafe = Böschungsdreieck, l = Grabenlänge, $\frac{1}{2}(ac + de) \cdot be \cdot l$ = Grabeninhalt.

Um die Standfestigkeit der Steine nicht zu beeinträchtigen, werden die Gräben nicht bis dicht an die Steine herangeführt (Abb. 18 und 19). Wo die Gräben voraussichtlich Wasser aufnehmen, werden von Strecke zu Strecke Ausgüsse hergestellt; auch müssen die Gräben in diesem Falle unter Umständen bogenförmig um den Grenzstein herumgeführt werden (Abb. 20).

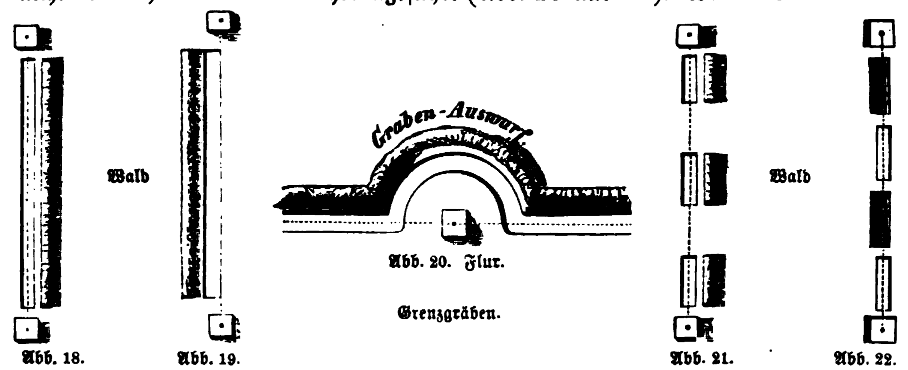


Abb. 18. Abb. 19. Abb. 20. Flur. Abb. 21. Abb. 22.
Grenzgräben.

Stückgräben führt man besonders an steilen Hängen, um das Entstehen größerer Wasserrisse und das Abspülen des Bodens zu verhindern. Den Grabenaushub pflegt man neben (Abb. 21) oder zwischen die Stückgräben (Abb. 22) zu legen.

Sobald im gemeinsamen Besitz befindliche Grenzgraben zugleich als **Bewässerungsgraben** benutzt werden, also Wasser führen, ist (nach Eduard **Heyer**[2]) besonders

1) Man bezeichnet die Grabenböschung durch den Quotienten: Ausladung (ef), dividiert durch die Böschungshöhe (af). Dieses Verhältnis bezeichnet bekanntlich die cotg des Neigungswinkels α. Sind beide Maße gleichgroß, so ist die Böschung = 1 (**einfach**) und der Böschungswinkel = 45°. Je lockerer das Erdreich ist, desto flacher muß die Böschung angelegt werden, d. h. desto kleiner wird $\sphericalangle \alpha$ und desto größer ef im Verhältnis zu af. Ist ef = 2af, so spricht man von **doppelter**, wenn ef = $\frac{1}{2}$af (auf bindigem Boden) von **halber** Böschung.

2) Thar. Jhrb. 1876, 206.

zu berücksichtigen, daß die abwechselnd links und rechts des Grabens zu setzenden Grenzsteine gegen nachteilige Wirkungen des Wassers möglichst gesichert sind.

Zu diesem Zwecke sind die Gräben in der Weise anzufertigen oder die Steine nach Herstellung des Grabens so einzusetzen (Abb. 23), daß das in der Pfeilrichtung fließende Wasser auf diejenige Gegenseite anströmt (aB, cC), welche vom Steine (2, 3) abgewendet ist, damit die dem direkten Wasserstoße ausgesetzten Stellen der Grabenwand (ab, cd) den Steinen gegenüber liegen. Um dieses Prinzip durchzuführen, kommen die Grenzsteine (2, 3), welche sich in dem kleineren Grabenwinkel (weniger als 2 R) befinden, in die Mitte der Winkelspitze, hingegen alle Steine (5, 6, . . ., s. Abb. 24), welche in dem größeren Grabenwinkel (über 2 R) sich befinden, stromaufwärts neben und oberhalb der Winkelspitze zu stehen, so daß die Böschungsstellen (ef, gh), welche dem ersten Anpralle des Wassers ausgesetzt sind, die Steine hinter sich haben. Das Setzen nach Art der Abb. 25 würde fehlerhaft sein, weil sich in diesem Falle die Steine in den vom Wasserstoße bedrohten (schraffierten) Strecken (ef, gh) befinden würden. Abb. 26 versinnlicht den Grenzzug nach Maßgabe der entwickelten Grundsätze.

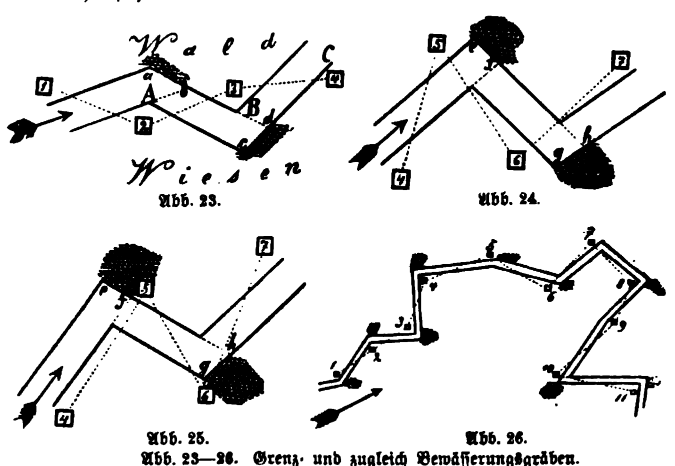


Abb. 23. Abb. 24. Abb. 25. Abb. 26.
Abb. 23—26. Grenz- und zugleich Bewässerungsgräben.

Nach §§ 921 und 922 BGB. sind die Anlieger zur Benutzung des wasserführenden Grenzgrabens für Bewässerungszwecke gemeinschaftlich berechtigt, sobald der Graben nicht einem der Anlieger allein gehört. Jeder Anlieger darf den Graben bzw. das Grabenwasser insoweit für sich benutzen, als nicht die Mitbenutzung des Nachbarn beeinträchtigt wird. Solange einer der Anlieger am Fortbestande des Grabens ein Interesse hat, darf der letztere nicht ohne seine Zustimmung beseitigt oder geändert werden.

2. Grenzschneisen werden, ungeachtet der Vermarkung durch Steine, dann erforderlich, wenn Wald an Wald grenzt, zumal wenn der Grenzzug durch Dickungen verläuft. Soll die Grenzschneise nicht zugleich als Weg benutzt werden, so genügt ein schmaler, 2—4 m breiter Aufhieb. In brandgefährdeten Gegenden sind breitere Schneisen am Platze.

3. Baumreihen und Hecken teilen die Nachteile, die den einzelnen Baum zur Grenzbezeichnung ungeeignet machen. Stehen sie auf der Grenze von Wald und Feld, so kommt namentlich der ungünstige Einfluß in Betracht, den Wurzeln und überhängende Äste durch Wasserentzug und Verdämmen auf den Randstreifen ausüben.

Die in den Provinzen Schleswig-Holstein und Hannover teilweise üblichen Hecken (Knicks) sind in dieser Hinsicht naturgemäß weniger bedenklich, sind vielmehr ein brauchbares Mittel zur Abhaltung von Weidevieh, erschweren aber anderseits auch für den Menschen den Zugang zum Walde und werden dadurch bei der Ernte und beim Transport des Holzes bisweilen hinderlich.

4. Grenzmauern und Steinwälle sind nur da zu empfehlen, wo die nötigen Steine unmittelbar zur Hand und Gräben wegen steiler Lage nicht ausführbar sind. Man gibt ihnen eine untere Breite von etwa 1 m, eine Höhe von ungefähr

$^1/_2$ m und macht sie nach oben hin schmäler. Die mit der dickeren Seite nach außen gerichteten Steine fügt man beim Aufsetzen so ineinander, daß sie nach innen neigen und füttert die Zwischenräume gehörig mit Moos aus.[1])

4. Aufnahme, Kartierung und Beschreibung der Grenze.

Um die Grenze dauernd überwachen und bei Störungen wieder in Ordnung bringen zu können, bedarf es einer genauen Darstellung des gesamten Grenzverlaufes und der Festlegung aller auf die Grenzverhältnisse bezug nehmenden Punkte. Man bezeichnet die zur Sicherstellung der Grenze notwendigen Unterlagen kurzhin als Grenzvermessungswerk. Die Herstellung eines solchen umschließt die geodätische Aufnahme, Kartierung und Beschreibung der Grenze.

a) Geodätische Aufnahme.

Je wichtiger die Grenzen sind, um so genauer und sorgfältiger muß bei der geodätischen Aufnahme und Aufzeichnung verfahren werden. Die Aufnahme der Eigentumsgrenzen hat mit dem Theodolit, dem genauesten Winkelmeßinstrument, zu erfolgen. Die Längenmessung der zwischen den einzelnen Grenzwinkelpunkten liegenden Strecken hat mit der Meßlatte zu geschehen und ist behufs Kontrolle vor- und rückwärts auszuführen.

b) Kartierung.

Die kartographische Darstellung der Grenze geschieht gewöhnlich nur auf den in größerem Maßstab (1 : 5000) gehaltenen, der Darstellung des Vermessungswerkes und der Flächenberechnung dienenden Grundkarten (in Sachsen Spezialkarten. Besonderer Grenzkarten in noch größerem Maßstab (1 : 2000 oder 1 : 2500) bedarf es im allgemeinen nicht; nur bei sehr verwickeltem Grenzverlaufe kann die Herstellung übersichtlicher Grenzkoupons angezeigt sein. Zur bequemeren Benutzung bei den örtlichen Grenzbegängen empfiehlt es sich aber, die einzelnen Grenzzüge nach den Grundkarten auf Zeichenleinwand zu kopieren.

Auf der Grenzkarte bzw. auf der die Grenzkarte ersetzenden Grundkarte sind folgende Gegenstände darzustellen:

1. Alle Grenzmale mit Angabe der Nummern. Geeignete Zeichen müssen erkennen lassen, in welcher Weise die einzelnen Grenzwinkelpunkte in der Natur bezeichnet sind, ob durch Stein, Hügel usw.
2. Sämtliche natürlichen und künstlichen Grenzlinien.
3. Außerdem sind die angrenzenden Grundstücke nach Kulturart und Besitzer genau zu bezeichnen.

Auf den Grundkarten pflegt man nicht die Namen der einzelnen Anlieger, sondern nur die Namen der zuständigen politischen Gemeinden anzugeben.

c) Beschreibung.

Sie erfolgt am besten in tabellarischer Form in einem als Grenzregister, Grenzvermessungsregister (Preußen), Grenzlagerbuch (Sachsen) oder ähnlich bezeichneten Aktenstück. Infolge des Einschwindens (Einlaufens) des Kartenpapiers und der damit zusammenhängenden Unzuverlässigkeit der kartographischen

1) Jäger: Allg. F. u. J.-Ztg. 1882, 155.

Darstellung der Grenzaufnahme kommt der Grenzbeschreibung eine höhere Bedeutung zu. Das schriftliche Verzeichnis aller auf die Grenze bezug nehmenden Maße usw. gewährt für immer einen sicheren Anhalt bei Wiederherstellung gestörter Grenzen und kann durch Anerkennung seitens der Anlieger an Gerichtsstelle den Wert einer öffentlichen Urkunde erlangen.

Das Grenzregister muß enthalten:

a) den Namen des Forstortes, dessen Begrenzung beschrieben wird;

b) die Nummern der Grenzzeichen;

c) die Entfernung von einem Grenzzeichen zum anderen und zwar sowohl nach der Oberflächen-, wie nach der Horizontalmessung;

d) die Beschreibung der Richtung des Grenzzuges von Grenzzeichen zu Grenzzeichen;

e) die Größe der Grenzwinkel. Entweder werden beide nach Graden, Minuten und Sekunden angegeben oder nur der dem Revier zuliegende innere;

f) die Bezeichnung der anstoßenden Grundstücke nach Kulturart und Eigentümer;

g) die Anerkennung des Anliegers durch Unterschrift;

h) Bemerkungen über sonstige die Grenze und ihre Umgebung berührende Punkte. Hierher gehören z. B.: Bemerkungen über etwaige Läufer und Kontrollsteine (Zahl und Stand derselben); Angaben der vorhandenen Durchschnittsstellen von Gewässern, Straßen usw.; Hinweise auf in der Nähe des Grenzzuges befindliche Gegenstände, die als Anhaltspunkte dienen können, z. B. trigonometrische Steine, Kreuze; Angaben von Wegerechten, Wasserleitungsrechten usw.; Abgehen von Schneisen u. dgl.

5. Gerichtliche Anerkennung.

Um Glaubwürdigkeit zu besitzen, müssen das ursprüngliche Grenzprotokoll und und das spätere Grenzregister von den Anliegern an Gerichtsstelle unterschriftlich anerkannt und vom Gerichte bestätigt werden.

Im Falle die Waldgrenzen zugleich Flurgrenzen sind, ist auch die Mitunterschrift der Gemeindevorstände erforderlich.

Auch die Grenzkarten bedürfen der gerichtlichen Bestätigung.

Wenn die Originale in gerichtlicher Verwahrung verbleiben, erhalten die Angrenzer beglaubigte Abschriften.

6. Kosten der Begrenzung.

Die Kosten der Waldbegrenzung sind je nach der Wahl der Grenzzeichen, der Beschaffenheit und Transportweite des Materials, den in der Gegend üblichen Lohnsätzen und den Terrainverhältnissen so verschieden, daß allgemein gültige Durchschnittszahlen nicht gut aufgestellt werden können. Die Vergebung der bezüglichen Arbeiten geschieht vorherrschend in Akkord.

Nach § 919 BGB. sind die Kosten der Abmarkung von den Beteiligten zu gleichen Teilen zu tragen.

Von Grenzhügeln (1,2—1,5 m im Durchmesser und 0,9—1,2 m hoch) fertigt ein Mann täglich, einschl. Belegen mit Rasen, 3—6 und erneuert 6—9 Stück (Büschel).[1]

[1] Kurzgefaßte Forstenzyklopädie. Leipzig 1872, 151.

Behauene Grenzsteine kosten das Stück etwa 2—3 Mk. (Kalk); der Normalgrenzstein Schmeißers kostet hingegen 70 Pf., bei Mehrbedarf nur 60 Pf.

Der Preis für eiserne Grenzstangen stellt sich einschl. der Kosten für dreimaligen schwarzen Ölfarbenanstrich auf 2,50 Mk. (Rheinhard); die aus Radreifen hergestellten breiten Eisen sind billiger.

Grenzgräben von 25 cm Sohlenweite und Tiefe nebst einfacher Böschung fertigt ein Arbeiter bei tonigem Boden an einem Tage etwa 30—40 m. In leichtem Boden ist die Leistung um 10—15% höher zu veranschlagen. Das lfd. Meter stellt sich somit auf 8—12 Pf.

7. Grenzerhaltung und Grenzschutz.

Die Waldgrenzen und Grenzmale sind mannigfaltigen Beschädigungen durch Menschen, Tiere und Witterungseinflüsse (Frost, Wasser, Sturm usw.) ausgesetzt. Zur Abwendung dieser Gefahren dienen folgende teils direkt, teils indirekt wirksame Maßregeln:

a) Aufhieb der Grenzlinien im Walde auf 2 oder mehr Meter Breite und Reinhaltung von Holzwuchs, damit man von einem Grenzsteine zum anderen sehen kann. Die Grenze muß dauernd übersichtlich sein.

Das Holz gehört, soweit es auf der Grenze selbst steht, den Anliegern zu gleichen Teilen.

Nach § 923 BGB. kann jeder Anlieger die Beseitigung auf der Grenze stehender Bäume und Sträucher verlangen, vorausgesetzt, daß die betreffenden Bäume nicht als Grenzzeichen dienen. Die Kosten der Beseitigung fallen den Nachbarn zu gleichen Teilen zur Last, wenn nicht der in die Beseitigung des Grenzholzes einwilligende Anlieger auf seinen Anteil am Holzertrag verzichtet. In diesem Falle trägt der Antragsteller die Kosten allein.

Wo Wälder an Felder oder Wiesen stoßen, soll der Holzbestand der wahren Grenzlinie nicht so nahe kommen, daß die Zweige auf das Feld- oder Wiesengrundstück überhängen oder die Wurzeln in dessen Boden hineinwachsen können. Vielmehr ist längs der Grenze, und zwar auf dem Waldgrunde, ein holzleerer Streifen zu lassen, dessen Breite partikularrechtlich festgesetzt werden kann (vgl. Einführungsgesetz zum BGB. Art. 124).

In den sächsischen Staatsforsten gilt die Bestimmung, längs der Grenzen mit fremdem Besitz einen 4 m breiten Streifen unangebaut liegen zu lassen.

Nach allgemeinem deutschen Recht (BGB. § 910) hat der Grundeigentümer das Recht auf den sog. Überhang. Er kann auf Grund dieses Rechtes ihn beeinträchtigende Wurzeln eines Baumes oder Strauches, die von einem Nachbargrundstücke eingedrungen sind, abschneiden und behalten. Das Gleiche gilt von herüberragenden Zweigen, vorausgesetzt, daß er zuvor dem Besitzer des Nachbargrundstückes eine angemessene Frist zur Beseitigung bestimmt hat und diese Frist verstrichen ist. Doch kann diese Bestimmung durch die Partikulargesetzgebung gerade zugunsten von Waldgrundstücken beseitigt werden (vgl. Einführungsgesetz zum BGB. Art. 183). Das nähere Eingehen auf diese partikularrechtlich verschiedenen Vorschriften würde den Rahmen, den sich der „Forstschutz" stecken muß, überschreiten.

b) Ständige Beaufsichtigung und Überwachung der Grenzen.

Zu diesem Zwecke sind die Grenzen seitens der Schutz- und Verwaltungsbeamten von Zeit zu Zeit zu begehen. Hierbei sind alle vorgefundenen Grenzmängel zum Zwecke ihrer baldigen Behebung (s. unter d) festzustellen.

In Preußen haben die staatlichen Förster regelmäßig jährlich einmal, und zwar in der Zeit von Mai bis Juli, alle äußeren und inneren Grenzen ihres Schutzbezirkes zu begehen und über den Grenzbefund bis Ende Juli dem Revierverwalter schriftlich zu berichten. Die Revierverwalter sind verpflichtet, innerhalb eines Zeitraumes von 3—4 Jahren sämt-

liche Grenzen ihres Reviers örtlich zu prüfen. Den Forstinspektionsbeamten liegt es ob, jährlich die Grenzen eines Schutzbezirkes ihrer Inspektion, und zwar jedesmal in einer anderen Oberförsterei zu besichtigen. — In Sachsen hat der Revierverwalter alljährlich zu geeigneter Jahreszeit eine genaue Besichtigung sämtlicher Reviergrenzen und Grenzzeichen anzuordnen. Weiterhin sind hier alle fünf Jahre vor den Haupt- und Zwischenrevisionen sämtliche Forstgrenzen zu räumen und in Ordnung zu bringen. — Ähnliche, nur in den zwischen den einzelnen Grenzrevisionen liegenden Zeiträumen nicht ganz übereinstimmende Vorschriften bestehen in den anderen deutschen Bundesstaaten bezüglich der Staatsforsten.

c) Zeitweise Auffrischung und Instandsetzung der unscheinbar oder unkenntlich gewordenen oder in nicht ordnungsmäßigen Zustand geratenen Grenzzeichen.

Zumeist handelt es sich hierbei um Erneuerung der Nummerschilder und Nummern an den Grenzsteinen, ferner um Räumung der Grenzgräben von Erde, Laub usw., Instandsetzung der Grabenwände, Befestigung der Grenzbäche durch Uferbauten (Mauerwerke, Holzverschalungen, Faschinen, Weidenstecklinge), Wiederaufsetzen von Grenzwällen, Vervollständigung von Knicks usf.

d) Baldige Wiederherstellung etwaiger Grenzmängel, solange die Schäden noch kenntlich sind.

Die Wiedereinsetzung umgefahrener oder ausgebrochener Grenzsteine oder der Ersatz abhanden gekommener oder abgebrochener Steine durch neue darf nicht einseitig, sondern muß im Beisein bzw. mit Einverständnis der Anlieger erfolgen. Wenn es sich um die Landesgrenze handelt, ist auch die Mitwirkung der zuständigen Behörden, nach Maßgabe der hierüber bestehenden gesetzlichen Bestimmungen, erforderlich.

e) Verfolgung aller Grenzüberschreitungen und sonstigen widerrechtlichen Störungen des Grenzbesitzstandes. Die festgestellten Grenzfrevel sind bei der zuständigen Behörde anzuzeigen, um die Bestrafung der Frevler nach den bestehenden gesetzlichen Bestimmungen herbeizuführen.

Die strafrechtliche Verfolgung wegen begangener Grenzfrevel geschieht in Deutschland auf Grund des Strafgesetzbuches für das Deutsche Reich § 274, 2 (Grenzverrückung) und § 370, 1 (Abpflügen). Hierzu kommen die verschiedenen, in den bundesstaatlichen Forstpolizeigesetzen enthaltenen Strafbestimmungen gegen forstpolizeiliche, den Grenzschutz berührende Zuwiderhandlungen, z. B. gegen Ablagern von Steinen, Scherben, Unrat usw. auf fremdem Grund und Boden. Weiter ist noch § 912 BGB. zu nennen, nach welchem ein ohne Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit begangener Überbau gegen Entschädigung zu dulden ist, falls nicht vor oder sofort nach der Grenzüberschreitung Widerspruch erhoben wurde.

f) Außer den bisher genannten direkten Maßnahmen des Grenzschutzes ist noch die indirekt grenzschützende Tätigkeit des Revierverwalters zu erwähnen, die zum Ausdruck kommt:

1. in der Sorge für gute Abrundung (Arrondierung) des Revieres,

2. in der Abwehr waldfeindlicher industrieller Unternehmen und Anlagen in gefährlicher Nähe des Waldes.

1. Abrundung (Arrondierung). Der Waldeigentümer muß auf zweckmäßige Abrundung seines Waldbesitzes bedacht sein, weil sie ihm folgende Vorteile gewährt:

a) Verminderung des Aufwandes für Grenzerhaltung und Grenzschutz.

b) Verminderung der Forstfrevel.

c) Steigerung der Holzproduktion. Manche Wege fallen bei guter Arrondierung hinweg und gehen dem produktiven Gelände zu. Frost, Wind, Duft, Schnee, Eis usw. finden weniger Waldecken vor, welchen sie Schaden bringen können.

d) Erleichterung des ganzen forstlichen Betriebes.

Die **Maßregeln** zur Herbeiführung eines vorteilhaften Grenzzuges bestehen einerseits in Vertauschung oder Verkauf ausspringender schmaler Waldzungen und isolierter Waldparzellen (im Felde), andererseits im Eintausch oder Kauf einspringender Wiesen- oder Feldzungen und aller Waldenklaven, zumal kleiner Feldgrundstücke und Wiesen.

Die Vorteile der Einverleibung solcher Waldenklaven sind augenfällig, wenn man sich vergegenwärtigt, welche reiche Quelle von Unannehmlichkeiten Enklaven für das Forstpersonal sind oder werden können.

2. Schutz des Waldes gegen Anlegung und Bau von **Wohnstätten, Fabriken und anderen Rauchquellen** in zu großer Nähe der Grenzen.

Nach § 907 BGB. kann der Eigentümer eines Grundstückes verlangen, daß auf den Nachbargrundstücken nicht Anlagen hergestellt oder gehalten werden, von denen mit Sicherheit vorauszusehen ist, daß ihr Bestand und ihre Benutzung eine unzulässige Einwirkung auf sein Grundstück zur Folge hat. Die landesgesetzlichen Vorschriften über Errichtung von Gebäuden usw. in der Nähe von Waldungen setzen im allgemeinen einen bestimmten Mindestabstand von der Waldgrenze fest und machen die Genehmigung eines Baues innerhalb des Schutzstreifens von der Zustimmung des Waldbesitzers abhängig. Aber auch dann, wenn eine gewerbliche Anlage außerhalb des Schutzstreifens in der Nähe des Waldes geplant wird, ist es Pflicht des Revierverwalters, rechtzeitig Einwendungen gegen den Bau zu erheben, sobald Waldbrandgefahr, namentlich aber die Entstehung von Rauchschäden oder sonstige schädliche Einwirkungen auf den Wald zu befürchten sind (vgl. hierzu Abschnitt VII).

Zweiter Abschnitt.

Schutz gegen schädliche Ausübung der Hauptnutzung.

Eine **Gefährdung** der Waldsubstanz bei der Holznutzung und den hiermit in Verbindung stehenden Geschäften kann durch **Überhauung, unwirtschaftliche Holzfällung, sorglose Holzaufbereitung** oder **unvorsichtigen Holztransport** stattfinden.

Die nähere Betrachtung dieser Gegenstände vom forsttechnischen und lukrativen Gesichtspunkt aus gehört teils in die Lehre von der **Forsteinrichtung** (Ertragsregelung), teils in diejenige von der **Forstbenutzung** (Holzfällung usw.). Der Forstschutz hat es lediglich mit Maßregeln zu tun, die **Mißbräuchen** bei der Holzfällung usw. begegnen sollen. Da aber die Lehr- und Handbücher über Forstbenutzung bei der Lehre von der Holzfällung und -Aufbereitung auch die hierbei stattfindenden Mißbräuche mit abhandeln, sollen die in Frage kommenden Schutzmaßregeln hier nur kurz angedeutet werden.

Die **Zuwiderhandlungen** der Holzhauer gegen die Holzhauerordnung und gegen die besonderen jeweiligen Anordnungen des Forstverwaltungspersonals werden entweder auf dem Disziplinarwege geahndet oder unterliegen als Forstfrevel den forststrafgesetzlichen Bestimmungen des Landes.

1. Maßregeln in bezug auf Holzfällung.

Hierher gehören:

a) Anstellung geschickter und zuverlässiger **Holzhauer**; zweckmäßige Einteilung der Rotten und Sägen; Anweisung und sorgfältige Überwachung der Arbeiter.

Diese Maßregeln sind die wichtigsten. Durch ununterbrochene Sorge für Heranziehung und Erhaltung eines tüchtigen, gut organisierten Holzhauerkorps leistet der Forstwirt dem Walde und sich den größten Dienst.[1])

b) Hinwirken auf Anwendung der relativ besten Holzhauergeräte (durch Belehrung, Ermunterung, Geldzuschüsse, Prämien usw.).

c) In Durchforstungen und natürlichen Verjüngungen Beschränkung der Fällung auf die ausgezeichneten Stämme.

d) Möglichste Anwendung der Baumrodung, um die Fallgeschwindigkeit zu mindern und Rücksichtnahme auf Erleichterung der Abfuhr bei der Fällung.

e) Unterlassung der Fällung zu ungünstiger Jahreszeit oder Witterung, z. B. im Sommer (namentlich bei Buche) oder bei mangelnder Schneedecke (in natürlichen Verjüngungen), bei starkem Froste, bei heftigem Sturme usw.

f) Sorgfältige Wahl der Fallrichtung in natürlichen Verjüngungen, Mittelwäldern, bei der Räumung von Überhältern usw. Beschädigungen der Mutterbäume, der Oberhölzer und des Jungwuchses bei der Fällung sind möglichst ebenso zu vermeiden wie Beschädigungen des fallenden Stammes.

In Naturverjüngungen sind die Stämme grundsätzlich in Richtungen zu werfen, wo kein oder nur sehr wenig oder wo viel Jungwuchs steht.

Wenig besamte Stellen sind jedenfalls mehr zu schonen als dicht besamte; höherer Jungwuchs verträgt Fällungsschäden weniger als niederer.

Beschädigungen des fallenden Stammes durch Abbrechen, Aufsplittern usw. ist dadurch vorzubeugen, daß vermieden wird, die Stämme auf Felsen, Steinblöcke, Stöcke, liegendes oder geschichtetes Holz usw. zu werfen.

Um den Fallraum zu kürzen und die Wucht des Aufschlagens zu verringern, pflegt man an Hängen bergauf oder seitwärts, nicht aber bergab zu fällen. Stämme, die als Langhölzer abgefahren werden sollen, bringt man dabei aber nicht in die unter d verlangte günstige Abfuhrrichtung. Mit Rücksicht auf das Anrücken an den Talweg kann es sich deshalb empfehlen, die Fallrichtung schräg abwärts zu wählen.

g) Entastung stark bekronter Mutterbäume vor der Fällung, soweit es ohne größere Gefahr für die Arbeiter und ohne erhebliche ökonomische Opfer durchführbar ist.

h) Schonung des jungen Nachwuchses beim Ausrücken der gefällten Mutterbäume durch Aufbereiten kurzer Sortimente (Blochholz), sowie beim Baum- und Stockroden. Die Stocklöcher sind wieder auszufüllen, um der Vernassung und Wasserlöcherbildung vorzubeugen.

i) Unterlassung der Stockrodung an steilen Hängen mit losen Böden, wo Abspülungen, Erdabrutsche und Bodenverwehungen zu befürchten sind.

2. Maßregeln in bezug auf Rindennutzung.

Bei der Rindennutzung im Eichenschälwalde ist vom forstpfleglichen Standpunkte folgendes zu beachten:

1. Möglichst frühzeitige Vornahme des Schälschlages (Anfang Mai), damit die neuen Ausschläge vor dem Eintritt der Frühfröste gut verholzen.

---

1) Vgl. Müller, Carl: Die Verhältnisse der Arbeiter in der Gräfl. Stolberg-Wernigerodeschen Verwaltung. Braunschweig 1874.

2. **Tiefer, glatter, schräger Abhieb** der Loden, weil hierdurch das Ausschlagvermögen der Stöcke gesteigert und dem Wasser der Abfluß von den Schnittflächen erleichtert wird.

3. **Ringeln** der Rinde am Fuße der Stange beim Stehendschälen, um Entrindung von Stock und Wurzeln zu verhüten.

4. Unterlassung des **Klopfens**, weil hierbei Rindenteile und Saft verloren gehen und somit eine Wertsminderung eintritt. Nur an den schwachen Gipfelteilen und Zweigen ist das Klopfen der Rinde meist nicht zu vermeiden, um die Nutzung zu erleichtern.

5. Rasches **Trocknen** der Rinde und baldige **Schlagräumung**, damit der Wiederausschlag der Stöcke nicht zurückgehalten oder bei der Abfuhr beschädigt wird.

3. Maßregeln in bezug auf Aufbereitung und Setzen des Holzes.

a) Sorge für Tiefabschnitt und rasche Aufarbeitung der gefällten Stämme.

An einem Tage sind möglichst nicht mehr Stämme zu werfen als aufgearbeitet werden können.

Beim Zerkleinern mit der Säge ist in Naturverjüngungen, Mittel- und Niederwäldern auf Schonung des Jungwuchses zu achten.

b) Abschneiden abgebrochener oder stark beschädigter junger Laubhölzer dicht am Boden; Wiederaufrichten niedergedrückter, noch brauchbarer Pflanzen.

c) **Anrücken** des Holzes an die Abfuhrwege usw., namentlich aus natürlichen Verjüngungen heraus, durch die Waldarbeiter, soweit es sich ökonomisch rechtfertigen läßt.

d) Aufstellung der **Schichtstöße** (Raummeter) und Reisighaufen auf unbesamte Stellen, am besten an Bestandsränder, Schneisen und Abfuhrwege. Die Schichtmaße an Bäume anzulehnen, empfiehlt sich nicht.

4. Maßregeln in bezug auf Holztransport.

Sie betreffen teils das **Rücken** der Hölzer aus dem Innern der Bestände an die Schneisen, Wege usw., teils den weiteren Transport von da aus mittels Spanngeschirrs.

a) Sorge für Bau und Unterhaltung der erforderlichen **Rückwege** (Schlittwege, Schmierbahnen, Rieswege usw.) und genaue Einhaltung derselben, zumal beim Rücken aus Naturverjüngungen.

b) Anwendung arbeitsfördernder **Rückwerkzeuge** (Tragreff, Schiebekarren, Schlitten, Neuhäuser Blochwagen, v. Millerscher Baumschlepper usw.) und pfleglicher **Rückmethoden**.

Zu letzteren gehören: Tragen, Schleifen, Fahren, Schlitteln und Seilen. Unpfleglich hingegen sind: Wälzen, Bocken, Schießen und Stürzen, wenigstens an bestockten Hängen und innerhalb der Bestände.

c) Wahl passender **Rückzeiten** (bei Schneedecke, aber nicht bei starkem Frost).

d) Herstellung und Instandhaltung guter Fahrwege.

Die Hauptreparaturzeiten sind Frühjahr und Herbst. Neu angelegte planierte Wege sind zu sperren, bis sich das Erdreich vollständig gesetzt hat.

e) Feststellung bestimmter **Abfuhrtermine**.

Hierbei kommen die Terrain-, Bestockungs-, Witterungsverhältnisse, in Nadelwaldungen auch die Rücksichten auf die Insektengefahr in Betracht.

f) Verbot des Schleifens von Langhölzern und Stammabschnitten auf den Fahrstraßen.

Nur bei Schneedecke kann das Schleifen unter gewissen Bedingungen gestattet werden. Solche sind: Glattputzen der Stämme und Stammabschnitte an den Aststellen, Abkoppen der vorderen Hirnflächen, Schleifen nebeneinander, nicht hintereinander usw.

g) Strenge Handhabung einer guten Straßenpolizei, insbesondere scharfe Kontrolle der Fuhrleute durch das Forstschutzpersonal oder durch besondere Wegwarte.

Im letzteren Falle ist jeder Hauptstraßenzug nebst den einmündenden Nebenwegen der Aufsicht eines besonderen Wegwartes zu unterstellen und die Oberaufsicht über sämtliche Waldwegwarte einem technisch gebildeten Oberwegwart zu übertragen.

Dritter Abschnitt.

Schutz gegen schädliche Ausübung der Nebennutzungen.

Die Sicherung des Waldes gegen schädliche oder mißbräuchliche Ausdehnung des Betriebes der forstlichen Nebennutzungen ist um so dringender, als diese Nutzungen, wie schon der Name andeutet, im allgemeinen eine weit geringere Bedeutung haben als die Holznutzung. Es kommt hinzu, daß die Nebennutzungen teilweise von Personen ausgeübt werden, die dem Walde fern stehen, und daß sie vielfach nicht im Auftrage und zugunsten des Waldbesitzers, sondern nur mit dessen stiller Genehmigung zum Vorteile der Nutzenden geschehen.

Die wichtigsten forstlichen Nebenprodukte sind: Harz, Baumsämereien, Futterstoffe (Futterlaub, Gras), Streu, Leseholz, Beeren und Pilze, Steine und Erden.

1. Harznutzung.[1]

Da die Fichte infolge ihrer geringen Harzergiebigkeit und infolge des hohen Wertes ihres Holzes kaum mehr geharzt wird, sind die nachstehenden, speziell für die Fichtenharzung geltenden einschränkenden Bestimmungen nahezu belanglos. Für die übrigen europäischen Harzbäume (Schwarz- und Seekiefer, Lärche und Tanne) haben die genannten Schutzmaßregeln nur beschränkte Geltung. Bei den beiden Kiefern spielt die Harzgewinnung örtlich eine so große Rolle, daß die Holzzucht nur Mittel zum Zweck und der Holzertrag Nebensache ist. Bei Lärche und Tanne ist die Gewinnungsmethode eine ganz andere und gefährdet oder verunstaltet den der Harznutzung unterworfenen Baum wesentlich weniger als das bei den Kiefern und bei Fichte übliche streifenweise Wegnehmen der Rinde.

Die zum Zwecke pfleglicher Ausübung der Fichtenharzung zu beobachtenden Punkte betreffen die ausübenden Personen, die Harzorte, die Art des Betriebs und die Zeit der Nutzung.

1. Die Harzpächter haben den forstlichen Anordnungen in jeder Beziehung Folge zu leisten und haften für alle Beschädigungen, die dem Walde durch ihre Arbeiter oder Fuhrleute zugefügt werden.

2. Die Harznutzung ist auf die nahezu hiebsreifen, während der nächsten 10—20 Jahre zum Abtriebe bestimmten Bestände zu beschränken. Besonders wertvolle Nutzholzstämme werden der Harzung nicht unterworfen.

---

1) Klingner: Forstl. Bl. N. F. 1872, 83.

Auch in den Samenschlägen muß eine hinreichende Anzahl von Bäumen verschont bleiben, weil der Harznutzungsbetrieb auch die Samenproduktion nach Quantität und Qualität beeinträchtigt. Auf geringen Bodenklassen darf die Harznutzung überhaupt nicht stattfinden.

3. Im Anfang soll jeder Stamm, je nach seiner Stärke, nur wenige Lachen (1—2) erhalten; später darf deren Zahl bis auf höchstens 6 (bei starken Stämmen) vermehrt werden.

Man rechnet im allgemeinen auf je 33 cm Umfang oder 10 cm Durchmesser des Baumes eine Lache; der Zwischenraum zwischen je 2 Lachen muß mindestens 20—25 cm betragen. Die Lachen sind schmal und nicht zu lang zu machen; die besten Dimensionen sind 3—5 cm Breite und 1—1,5 m Länge. Nach unten hin müssen sie spitz zulaufen, damit das Regenwasser abfließt.

4. Das Erneuern der mit der Zeit überwallenden Lachenränder (= Anziehen oder Fegen der Lache, Flußscharren) hat im Sommer und nicht stärker zu geschehen als zum Austritt von neuem Terpentin erforderlich ist. Es darf erst dann — alle 2 bis 4 Jahre — wiederholt werden, wenn der Harzaustritt an den Lachenrändern durch die Überwallung stark beeinträchtigt wird.

5. Das Abscharren des auf der Lache erhärteten Harzes soll nur einmal im Jahre — im Juli —, besser nur alle 2 Jahre, stattfinden.

6. Bei der Lärchen-Harzung sollen die Bäume nicht vor dem 80. Jahre angebohrt werden; die Bohrlöcher selbst sind sorgfältig zu verstopfen.

2. Nutzung von Baumfrüchten (Holzsämereien).

Mit Ausnahme der im Bd. I S. 22 betrachteten Mastnutzung geschieht die Gewinnung von Baumsämereien durch Menschenhand. Zweck der Nutzung ist fast ausschließlich Beschaffung des für die Kunstverjüngung unumgänglich notwendigen Saatgutes. Den hin und wieder noch möglichen Nebenzwecken (Sammeln von Eicheln, Bucheckern, Roßkastanien für Wildfütterungszwecke oder zur Herstellung von Lebensmitteln und Gebrauchsstoffen) kommt nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zu.

Die infolge Aufrollung der Provenienzfrage in neuerer Zeit wieder in den Vordergrund gerückte Selbstgewinnung des Samens macht die wenigen beim Sammeln in bezug auf Ort, Ausführung und Zeit zu treffenden Schutzmaßnahmen erwähnenswert. Sie erfordern selbstverständlich aber nur dann Beachtung, wenn Fruchtstände (Zapfen) oder Früchte am stehenden Baume gesammelt werden müssen. In diesem Falle handelt es sich darum, Beschädigungen der Samenbäume sorgfältig zu vermeiden.

Solche Beschädigungen können entstehen durch: Anprällen mit der Axt, Herunterschlagen der Früchte, Herbeiziehen der fruchtbeladenen Äste, Abbrechen der Gipfel und Zweige, Anwendung von Steigeisen [1]) usw. Das Anprällen mit der Axt erzeugt z. B. an Buchen leicht Abblättern der Rinde und Trockenfäule des darunter befindlichen Holzes (zumal an der West- und Südwestseite). Der nachteilige Einfluß der Steigeisen auf die Holzbeschaffenheit ergibt sich in augenfälliger Weise aus der Abb. 27, welche eine Hirnscheibe aus einer durch Steigeisen beschädigten Kiefer darstellt. Jeder Eingriff der Steigeisen bewirkt eine, wenn auch kleine, doch stets sichtbar bleibende Stammverletzung, welche jedenfalls den Nutzholzwert beeinträchtigt und weitere Nachteile (Rotfäule) zur Folge haben kann. Glattschaftige Holzarten, wie z. B. Weymouthskiefern, Fichten usw., leiden hierdurch am meisten.

---

1) Heß: Forstw. Zbl. 1882, 605. — Heyer, Ed.: Forstl. Bl. N. F. 1883, 257. — Joseph, A.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1892, 212.

Als Schutzmaßnahmen kommen in Betracht:

1. Möglichste Befriedigung des Samenbedarfes durch Sammeln am gefällten Holze.

2. Verwendung von Leitern oder Steigrahmen zum Besteigen der Bäume.

3. Verwendung von Baumscheren zum Abschneiden der leichteren Früchte und von Haken zum Abstoßen der Zapfen. Vermeidung des Anprällens und des Schla-

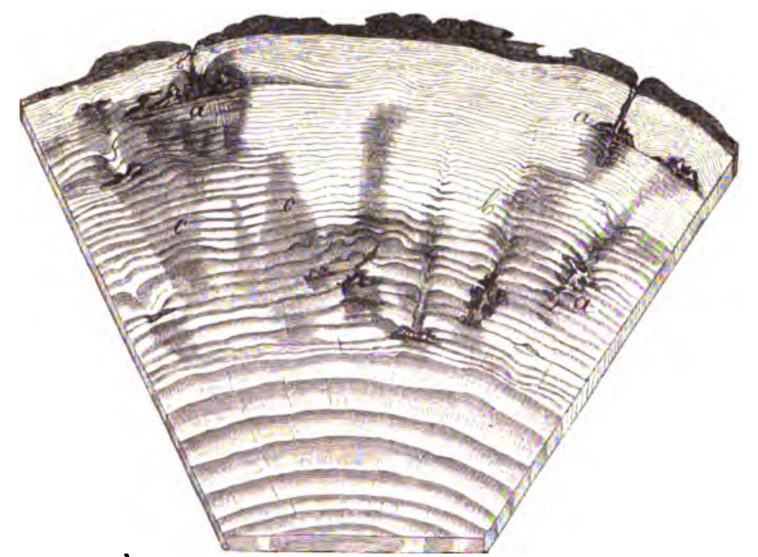


Abb. 27. Hirnscheibe aus einer durch Steigeisen beschädigten Kiefer. *a* Wundstellen mit Harzfüllungen. *b* Konkave Jahresringbildungen. *c* Gebräunte Stellen infolge der Beschädigungen.

gens in die Kronen und Äste. Wenn möglich ist von oben nach unten zu sammeln, um die samentragenden Äste nicht herab-, sondern heraufziehen zu müssen.

4. Unterlassung des Sammelns bei Frost wegen Brüchigkeit der Äste.

5. Stete Beaufsichtigung der bei der Samenernte beteiligten Personen und Bestände.

3. Futterlaubnutzung.

Im waldpfleglichen Interesse sind folgende Einrichtungen zu treffen:

1. Beschränkung der Erlaubnis zum Laubstreifeln auf Notjahre und auf bedürftige und zuverlässige Personen.

2. Einschränkung der Nutzung auf die im Gange befindlichen Schläge oder vor der Axt stehenden Bestände. Jüngere Orte sind nur im äußersten Falle zu öffnen.

3. Möglichste Befriedigung des Bedarfs an Futterlaub durch rechtzeitige Ausführung von Reinigungen, Durchforstungen und Aufastungen.

4. Die Futterlaubgewinnung soll im Juni oder Juli vorgenommen werden.

Die geeignetsten Betriebsarten für die Futterlaubnutzung sind Niederwaldbetrieb, Kopfholz- und Schneidelholzwirtschaft.

4. Grasnutzung.[1])

Die Nutzung des im Walde wachsenden Grases zu Futterzwecken geschieht entweder auf direktem Wege durch den Eintrieb des futterbedürftigen Viehes in die Kulturen und Bestände, also durch die Bd. I S. 11 besprochene Waldweide (Hutung) oder durch Menschenhand.

Diese zuletzt genannte, meist intensivere Gewinnungsmethode — die Grasnutzung im geläufigen Sinne des Wortes — hat neben einer mehr oder weniger hohen volkswirtschaftlichen Bedeutung eine Anzahl nicht unwichtiger forstlicher Licht- und Schattenseiten. Als Vorteile empfindet der Waldbesitzer neben der positiven finanziellen Wirkung zunächst den günstigen Einfluß, den die Grasentnahme in Verjüngungen aller Art auszuüben vermag in bezug auf Verminderung der Verdämmungs- und Überlagerungsgefahr. Durch die Entfernung des Grases werden die Holzpflanzen zu reichlicherem Licht-, Regen- und Taugenuß befähigt, die Spätfrostgefahr wird stellenweise verringert und gewissen Schädlingen, namentlich den Mäusen, werden beliebte Verstecke genommen.

Diesen Vorzügen stehen als Nachteile gegenüber: Schwächung der Waldbodenkraft durch Ausfuhr von Mineralstoffen, direkte Gefährdung der Holzpflanzen bei der Ausübung der Nutzung und unter Umständen — in trocknen, sonnenheißen Jahren — Erhöhung der Dürreschäden (vgl. Buch IV, Abschn. 2).

Um diesen Nachteilen vorzubeugen, empfiehlt sich:

1. Beschränkung der Erlaubnis zur Waldgräserei in Kulturen auf zuverlässige Personen und bestimmte Zeitperioden oder einzelne Wochentage (Grastage). Wenn mehrere Personen ein Flächenlos gemeinschaftlich übernehmen, so ist gemeinsame Haftverbindlichkeit für etwaige Kulturbeschädigungen zu vereinbaren.

Die zur Grasnutzung Berechtigten erhalten Ausweisscheine (Graszettel oder Grasscheine), die sie bei der Ausübung bei sich zu führen haben.

Ob es zweckmäßig ist, die Grasnutzung nur an Holzhauer und an sonstige der Waldarbeit sich zeitweilig widmende Personen, z. B. Kulturarbeiter, zu vergeben oder ob auch andere, dem Walde fernstehende Bewerber zu berücksichtigen sind, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Bisweilen ist es gebräuchlich, wenigstens die direkte Nutzung des Grases, das Absicheln und Abmähen, nur durch Waldarbeiter vornehmen zu lassen, um unvorsichtiges Vorgehen bei der Grasgewinnung auszuschalten. Das Verfahren umschließt aber eine volkswirtschaftlich unerwünschte Verteuerung des Waldgrases zuungunsten der Bedürftigen, die durch den für die letzteren herausspringenden Zeitgewinn nicht ausgeglichen wird.

2. Beschränkung der Nutzung auf frische, kräftige Böden, weil diese den Entgang der mineralischen Bodennährstoffe noch am ehesten ertragen. Alle ärmeren, trockeneren Böden sind von der Nutzung auszuschließen. Da der Graswuchs auf solchen Standorten gewöhnlich ohnehin nur geringfügig ist, ergibt sich die Erfüllung der zuletzt genannten Forderung meist von selbst. Ebenso sind alle Orte auszuschließen, in denen infolge südlicher Exposition erhöhte Austrocknungsgefahr vorliegt.

3. Unregelmäßige Kulturen, z. B. Vollsaaten oder Naturverjüngungen, sind mehr gefährdet als Streifensaaten und regelmäßige Pflanzkulturen und deshalb möglichst

---

1) Vonhausen, Wilh.: Die Raubwirtschaft i. d. Waldungen. Frankfurt a. M. 1867 — Ders.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1882, 1. — Borggreve: Forstl. Bl. N. F. 1874, 222; 1878, 166. — Weißker: Ztschr. f. F. u. Jw. 1879, XI. Jahrg. 228. — n: das. 1880, 498. — v. Bultejus: Forstl. Bl. N. F. 1884, 176.

auszuschließen. Die zuletzt genannten Kulturen können den Grassammlern unter sonst gleichen Umständen jedenfalls früher und mit geringerem Nachteile geöffnet werden als die ersteren.

4. Die Grasnutzung soll dort, wo Hitzeschaden zu befürchten ist, nicht vor Juli, August beginnen, und soll gegen Mitte September beendet sein. Wo Überlagern und Ersticken der Holzpflanzen im Winter in Frage kommt, ist auf Entnahme des Grases vor Eintritt des Winters zu halten.

Wenn sich das mit Rücksicht auf Überlagerungs- oder Spätfrostgefahr zu entfernende Gras zu Futterzwecken nicht eignet (Riedgräser, Binsen), so empfiehlt es sich, die mit Süßgräsern bestandene Fläche unentgeltlich abzugeben, als Gegenleistung aber die Säuberung der mit Sauergräsern bestandenen Flächenteile zu verlangen.

5. Über Beginn und Länge des Zeitraumes, während dessen eine Kultur zur Grasentnahme herangezogen werden kann, entscheiden Alter und Entwicklungsgrad der Holzpflanzen, Grasreichtum und Bodengüte.

Solange die Holzpflanzen klein sind und nicht deutlich erkannt werden können, erscheint die Grasentnahme mit Rücksicht auf die direkten Gefahren der Pflanzen nicht rätlich. Andererseits ist hier der durch das Gras herbeigeführte Verdämmungs- und Überlagerungsschaden am größten, die Grasentnahme also am nützlichsten. Die Ausführung der Grasnutzung hat dann aber mit besonderer Vorsicht zu geschehen.

Wie viele Jahre hindurch die Grasnutzung auf ein und derselben Fläche wiederholt werden darf, hängt von der Bodengüte ab. Kräftige Aueböden gestatten eine 6—8 malige Nutzung, während die besseren Gebirgsböden zweckmäßigerweise nur 4—5 Jahre der Nutzung unterworfen werden. Langjähriger Grasschnitt führt, abgesehen von der intensiveren Schwächung der Bodenkraft, zu kräftiger Entwicklung der Graswurzeln und damit zur Verfilzung des Bodens.

6. Bei der Grasnutzung in Kulturen dürfen nur Sicheln oder Sensen mit kurzem Blatte (Stumpfsensen) gebraucht werden. Gewöhnliche Wiesensensen sind nur auf Gestellen, Schneisen, Wegen und unbestockten Flächen statthaft. Die Forderung, die Entfernung des Grases durch Ausrupfen mit der Hand vorzunehmen, ist im Großbetriebe praktisch undurchführbar und hat außerdem, wenn ihr nachgegangen wird, durch die mit herausgerissenen, an den Graswurzeln hängenbleibenden Erdteilchen Verschlechterung des Futters zur Folge.

7. Zur Sicherung der Holzpflanzen vor der Sichel bzw. Sense und zur Erhaltung eines gewissen Schutzes vor direkter Sonnenbestrahlung hat der Grasnutzer um jede Pflanze einen kleinen Grasschopf stehen zu lassen.

8. Trocknen des Grases in den Kulturen und Durchfahren der Kultur mit Wagen bei der Abbringung des Futters sind zu verbieten.

9. Die Ausübung der Grasnutzung ist genau zu überwachen. Zuwiderhandlungen gegen die aufgestellten Vorschriften und Beschädigungen der Holzpflanzen durch unvorsichtige Ausführung sind zu bestrafen.

Als Strafen kommen in Betracht: Erhebung einer Geldstrafe für jede abgesichelte oder beschädigte Pflanze, Androhung der Entziehung des Graszettels oder der Nichtberücksichtigung des Bewerbers bei späteren Grasabgaben, Entziehung des Graszettels u. dergl.

5. Streunutzung.

Wie Waldbau- und Standortslehre näher darzustellen haben, bedeutet jede fortgesetzte Entnahme der Boden-(Laub- oder Nadel-)streu aus den Beständen eine um so größere Schädigung des Waldkapitales, in je kürzeren Zeiträumen sie auf derselben Fläche wiederholt wird und je ärmer der Boden an sich ist. Auf den reicheren Bodenarten schwindet der in Erschöpfung des Bodens, Zerstörung seiner Krümelstruktur und in ungünstiger Veränderung des Feuchtigkeitswechsels bestehende Schaden der Streuentnahme in dem Maße, in welchem der zwischen den einzelnen Nutzungen liegende Zeitraum verlängert wird. Wo infolge mangelnder Zersetzung der Abfallstoffe ungünstige Humusformen entstanden sind, vermag die Streunutzung sogar fördernd auf die Gesundung des Bodens einzuwirken. Sie verliert unter solchen Verhältnissen ihren bedenklichen Charakter, vorausgesetzt, daß sie eine Ausnahmeerscheinung bleibt, und daß es anderen wirtschaftlichen Maßnahmen nicht gelingt, die normale Zersetzung der angesammelten Streumengen herbeizuführen. Ebenso stehen in vielen Fällen der Streunutzung keinerlei waldbauliche Bedenken gegenüber, sobald es sich um Gewinnung von Pflanzenstreu (Heide, Beerkräuter, Ginster, Farne, Moose) handelt. Durchaus zu verwerfen aber ist die Ast- oder Schneitelstreunutzung, sofern sie sich nicht mit dem bei der Holznutzung ausfallenden Reisig begnügt, sondern auf die Äste des stehenden Holzes sich erstreckt.

Um die Streunutzung in den Grenzen möglichster Unschädlichkeit zu halten, sind folgende Maßregeln geboten:

1. Die Befugnis zum Streusammeln ist auf das unabweisbare Bedürfnis zu beschränken. Der Verkauf der gesammelten Streu ist zu verbieten.

Im Interesse pfleglicher Ausübung der Streunutzung ist, wie bei der Grasnutzung, mehrfach vorgeschlagen worden, das Zusammenbringen der Streu nur durch die Waldarbeiter besorgen zu lassen. Die Durchführbarkeit dieses Vorschlages scheitert teils am Arbeitermangel, im allgemeinen aber an dem schon oben (S. 25) geltend gemachten Umstande, daß die mit dem Zusammenbringen der Streu verbundene Verteuerung durch den Zeitgewinn, den ein solches Verfahren für den Streubedürftigen bedeutet, nicht wett gemacht wird. Die durch Ausgabe von Erlaubnisscheinen (Streuzettel) berechtigten Empfänger werden die Streu in den meisten Fällen selbst aufbereiten. Sache des Waldbesitzers ist es dann, durch die im Nachstehenden genannten weiteren Einschränkungen und durch Überwachung ihrer genauen Befolgung für möglichst unschädliches Vorübergehen der Streunutzung Sorge zu tragen.

2. Der Nutzung freizugeben sind zunächst nur Schneisen, Wege, Gräben, Schutzstreifen an Eisenbahnen und besuchten Straßen, Stellen, wo der Zugwind das Laub doch entführen würde, unbestockte Mulden und Klingen, wo das Laub nutzlos zusammengeweht liegt usw. Erst wenn die hier gesammelte Streu zur Deckung des wirklichen Bedürfnisses nicht ausreicht, sind den Sammlern Schläge mit hohem Unkrautwuchse (Langstreu) und Bestände zu öffnen.

3. Ist die Streunutzung in den Beständen nicht zu umgehen, so gestatte man sie nur auf kräftigen, tiefgründigen und frischen Böden. Auf mineralisch armen, flachgründigen, leicht austrocknenden, hitzigen Böden, zumal in Sommerlagen, darf Streu nicht genutzt werden.

4. Lückige, verlichtete oder minderwüchsige Bestände sind von der Nutzung auszuschließen, desgl. alle Orte, die durch Raupenfraß, Schneebruch usw. gelitten haben, sowie die Bestände an steileren Hängen.

5. Vor der Kulmination des Höhenwachstums darf Streu im Inneren der Bestände nicht genutzt werden.

Die bezüglichen Schonzeiten sind abhängig von der Holzart, den Standortsverhältnissen und der Umtriebslänge (u). Sie betragen mindestens $^{1}/_{3}$ u für Hoch- und Mittelwälder und $^{1}/_{2}$ u für Niederwälder. Für begehrliche Holzarten (Buche) muß man sie auch in Hoch- und Mittelwäldern bis zu $^{1}/_{2}$ u ausdehnen. Wenn möglich, sollen Kiefernbestände bis zum 50., Fichtenbestände bis zum 60. und Buchenbestände bis zum 70. Jahre verschont bleiben.

6. Die Wiederkehr der Nutzung ist erst nach einer bestimmten Ruhepause (Turnus) zulässig, die je nach Holzart, Standort, Wachstumsverhältnissen usw. auf fünf bis zehn Jahre zu bemessen ist. Etwa zwei Jahre vor und nach jeder Durchforstung ist das Streusammeln unzulässig. Auch in Beständen, die durch natürliche Besamung verjüngt werden sollen, muß die Nutzung etwa vier bis acht Jahre vor und nach der Samenschlagstellung ruhen (Vor- und Nachhege).

Hierbei wird ein solcher Zersetzungsgrad der Streuschicht vorausgesetzt, daß die Keimlinge mit ihren Wurzeln in den Mineralboden einzudringen vermögen. Wo übermäßige Rohhumusmassen das Anwurzeln verhindern, steht ihrer Entfernung nichts entgegen, wenn die Zersetzung durch Bodenbearbeitung, Kalkzufuhr usw. nicht befördert werden kann.

7. Die geeignetsten Monate zum Laubrechen sind September und Oktober. Man recht kurz vor dem neuen Laubabfall an trockenen, sonnigen Tagen, um die Streu trocken heimzubringen.

8. Eiserne Rechen dürfen zur Streunutzung nicht zugelassen werden, weil sie zu tief eingreifen und leicht Wurzelverletzungen herbeiführen; auch hölzerne Rechen mit sehr eng gestellten Zinken, sowie Besen sind auszuschließen, weil sie zu viel hinwegfegen und eine zu starke Entblößung des Bodens herbeiführen. Überhaupt darf nur die oberste, noch nicht in Verwesung begriffene Decke hinweggenommen werden.

9. Moospolster werden, soweit sie von den meist lockeren Astmoosen (Hypnum-Arten) gebildet werden, am besten nur streifenweise durchrupft oder gerecht, damit die Regeneration dieser Streifen von den stehen gebliebenen Bänken aus erleichtert wird. Später nimmt man die früher belassenen Moosstreifen hinweg und wechselt in dieser Weise ab. Haftmoose (Polytrichum-Arten) und Torfmoose (Sphagnum-Arten), die oft in dichten Polstern auf nassen Stellen auftreten, sind (durch versumpfende Wirkung) mehr schädlich als nützlich, können daher überall genutzt werden.

Die Regeneration des Mooses bei streifenweiser Nutzung erfolgt auf sehr kräftigen Böden und in frischen Lagen schon binnen drei bis vier Jahren. Auf minder guten Standorten verstreichen aber in der Regel sechs, unter Umständen sogar acht bis zehn Jahre.

10. Forstunkräuter dürfen nur mit Hilfe von Werkzeugen, nicht aber durch Plaggenhieb, d. h. mit gleichzeitiger Wegnahme der Humusschicht, entfernt werden.

11. Schneitelstreu (Hack- oder Aststreu, am besten von Tannen) darf nur von gefällten oder bald zur Fällung kommenden Stämmen gewonnen werden.

Die in manchen Gegenden (Tirol), wie hin und wieder auch bei uns in den Bauernwaldungen als regelmäßige Nutzung leider noch in sehr ausgedehnter Weise betriebene Schneitelung der Fichte ist verwerflich, weil diese Holzart zu starkes Schneiteln überhaupt nicht gut verträgt, und weil bei fahrlässigem Abhieb der Äste leicht Schaftbeschädigungen stattfinden.

12. Während der Sammelzeit ist die Aufsicht über die der Streunutzung unterworfenen Distrikte zu verschärfen.

Wo die Nutzung als eine ständige geduldet werden muß, ist nach Maßgabe der vorstehenden Andeutungen ein förmlicher Streunutzungsplan aufzustellen und einzuhalten.

In solchen Gegenden ist auf allmähliche Verminderung des Streubedarfs das Hauptaugenmerk zu lenken. Sie kann geschehen durch zweckmäßige Düngerbereitung, sorgfältige Aufsparung aller Dungmittel, Zuhilfenahme neuer Dungmaterialien (Mineraldünger, Torfstreu), Anlage von Streuwiesen, Begünstigung des Futterbaues auf landwirtschaftlichem Boden usw.

6. Leseholznutzung.

Gegenstand der Lese-, Raff- oder Klaubholznutzung sind die dürren, unaufbereitet auf der Erde liegenden schwachen Äste und Zweige, die sich beim normalen Reinigungsprozeß vom Schafte abgelöst haben oder durch Schnee- und Windbruch, beim Fällungsbetrieb usw. zu Boden gelangt sind. Außerdem rechnet man in manchen Ländern z. B. in Sachsen, zum Leseholz auch dürre Äste, die vom Boden aus von den Bäumen ohne deren Beschädigung abgebrochen werden können oder erweitert den Begriff Leseholz noch mehr, indem man auch dürre stehende Bäume, soweit sie die Derbholzgrenze (7 cm) nicht überschritten haben, den Leseholzsuchern überläßt.

Die Leseholznutzung wird teils als Berechtigung, teils nur auf Grund besonderer Genehmigung des Waldbesitzers ausgeübt und zwar im letzteren Falle ausschließlich von dem ärmeren Teile der im und am Walde lebenden Bevölkerung. Diesem wird das Leseholz dann zumeist ohne Gegenleistung überlassen.

Der hohen volkswirtschaftlichen Bedeutung, welche der Leseholznutzung infolge dieser unentgeltlichen Deckung des Brennholzbedarfes der armen Volksschichten innewohnt, treten aber forstliche Nachteile von teilweis größerem Schwergewicht gegenüber, so daß vielfach eine mehr oder weniger weitgehende Einschränkung der Leseholznutzung stattfinden muß, wenn sonst die Interessen des Waldbesitzers hinreichend gewahrt werden sollen.

Diese Nachteile bestehen in Verminderung der Düngemittel des Waldes durch die in der Nähe größerer Ortschaften oft recht umfangreiche Ausfuhr von Dürrholz. Die Entnahme der dürren Zweige und Äste umschließt aber nicht allein den Verzicht auf einen nicht unerheblichen Teil der möglichen Humusproduktion, sondern bedeutet gleichzeitig gänzliche oder teilweise Aufhebung der wertvollen physikalischen Wirkung, welche das Abfallholz auf Boden und Bestand ausübt. Neben dem günstigen Einfluß des auf dem Boden liegenden und der Streu sich beimengenden Reisigs auf Lockerheit der Bodendecke und Zersetzungsprozeß der Streu kommt hier namentlich die bedeutsame Rolle in Betracht, die das Reisig bei der Erhaltung der Bodenfrische spielt. Weiterhin erhöht die Leseholznutzung die Aufgaben des Forstschutzes und wird in vielen Gegenden für den Beamten zur arbeitsreichsten Nebennutzung.

Zur Verhütung oder Minderung dieser mit der Gestattung der Leseholznutzung verbundenen Gefährdungen der Waldsubstanz sind folgende einschränkenden Bestimmungen — hier mehr, dort weniger — angezeigt:

1. Sachgemäße Beschränkung in der Zahl und Qualität der Leseholzberechtigten. Die Zahl muß mit der Größe der Leseholzflächen und deren Leseholzvorrat in Einklang stehen. Mehr Personen zu berechtigen als möglich ist, durch den jährlichen Vorrat an Leseholz zu befriedigen, heißt dem Unfug Tür und Tor öffnen. Bei der Auswahl der zu Berechtigenden sind Vermögen und Vertrauenswürdigkeit maßgebend. Nur notorisch Arme sollen berechtigt werden, besonders dann, wenn ihre Arbeitskräfte für die Erwerbung des Lebensunterhaltes unzureichend sind. Holz- und Jagdfrevler oder als solche verdäch-

tige Personen sind auszuschließen, desgleichen alle, die den einschränkenden Bestimmungen nicht nachgekommen sind.

2. Die Ermächtigung zur Leseholznutzung hat durch „Einmiete", d. i. durch Ausgabe von Erlaubnisscheinen (Leseholzschein, Leseholzzeichen) zu erfolgen, die die Persönlichkeit des Inhabers angeben und gleichzeitig die Bedingungen enthalten, unter denen das Holzlesen gestattet wird.

Bei der Ausübung der Nutzung sind diese auch für die Familienmitglieder des Inhabers geltenden Ausweisscheine stets mitzuführen (vgl. Preußen, Feld- und Forstpolizeigesetz vom 1. IV. 1880, § 41 und Württemberg, Forstpolizeigesetz vom 19. II. 1902, Art. 22, Nr. 5). Die Überlassung des Leseholzzeichens an Personen, die nicht zur Familie und zum Hausstande des Berechtigten gehören, ist zu verbieten (vgl. Bayern, Forstgesetz vom 4. VII. 1896, Art. 90, Abs. 3; Württemberg, a. a. O.; Sachsen, Forst- und Feldstrafgesetz vom 26. II. 1909, § 30, Abs. 4).

3. Ausschluß aller Bestände, in denen durch die Entnahme des Dürrholzes oder durch den Sammler selbst Schaden angerichtet werden kann. Solche Orte sind: Steile Hänge, insbesondere Süd- und Westhänge, verlichtete Bestände, arme Böden, Besamungs- und Lichtschläge, Bestände mit Laubverwehungsgefahr oder solche, in denen wirtschaftliche Maßregeln vorgenommen werden, während der Dauer derselben.

Soweit die zu schonenden Orte nicht durch Angabe der Bezirksnamen, Abteilungsnummern usw. auf den Erlaubnisscheinen bezeichnet werden können, sind sie durch äußere Merkmale (Verbotstafeln, Strohwische) kenntlich zu machen.

4. Feststellung bestimmter Leseholztage (ein oder zwei Tage in der Woche) und -Stunden. Zu verbieten ist die Ausübung der Nutzung vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang.

Mit Rücksicht auf Jagdpflege oder Bedarf an Arbeitskräften kann es sich empfehlen, während gewisser Zeitperioden, z. B. während der Setz- und Brunstzeit des Wildes oder während der Kulturzeit, die Leseholznutzung zu untersagen. Im Winter so zu verfahren, erscheint nicht zweckmäßig. Wohl aber kann im Winter eine Beschränkung hinsichtlich des Ortes in Frage kommen, weil bei hoher Schneelage die den Ortschaften benachbarten Bestände in bisweilen unerwünscht starkem Maße zur Deckung des Leseholzbedarfes herangezogen werden.

5. Verbot der Anwendung von Werkzeugen (Reißhaken, Sägen, Äxten, Heppen usw.) bei der Gewinnung, sowie der Spannfuhrwerke beim Abtransport des Leseholzes.

Ob es unter allen Verhältnissen richtig, jedes hauende und schneidende Werkzeug in der Hand des Leseholzsammlers zu verbieten, steht dahin. Durch das Abbrechen und Abreißen der dürren Äste wird leicht mehr Schaden angerichtet als durch Abhauen oder Absägen derselben. Beim Abknacken entstehen Aststummel mit splittrigen und zackigen Bruchstellen, die weit schwieriger und unvollständiger überwallen als glatte Sägeschnitte und oft Rotfäule zur Folge haben. Wenn zu Befürchtungen einer mißbräuchlichen Verwendung der Werkzeuge kein Anlaß vorliegt, kann der Waldbesitzer durch Gestattung von Sägen usw. nicht nur der pfleglichen Ausübung der Leseholznutzung Vorschub leisten, sondern vermag auch das Leseholzsammeln in den Dienst der Baumpflege einzustellen. Wo andererseits aber Zweifel an der Ehrlichkeit der Leseholzsucher bestehen, tut man klüger, jedes Werkzeug von vornherein zu verbieten. Der Gebrauch von Reißhaken ist auf alle Fälle, sie mögen so günstig wie möglich liegen, zu untersagen, desgl. das Besteigen der Bäume mit Steigeisen oder anderen Hilfsmitteln.

Für den Transport des Leseholzes sind Spannfuhrwerke und größere, der Kontrolle schwer zugängliche Handwagen nicht zu erlauben. Dem Gebrauch von kleinen Wagen, Handschlitten, Schiebekarren steht jedoch nichts entgegen. Wenn, wie es oft geschieht, nur die Traglast zum Transporte erlaubt wird, so entspricht diese Forderung sehr wenig den Rücksichten, die billigerweise auf die vielfach stark verminderte Rüstigkeit der Leseholzsammler zu nehmen sind.

6. Verbot der Veräußerung des Leseholzes.

Der zur Nutzung Berechtigte darf nur für den eigenen Wirtschaftsbedarf sammeln (vgl. Preußen, Feld- und Forstpolizeigesetz 1880, § 42; Bayern, Forstgesetz 1896, Art. 97; Sachsen, Forst- und Feldstrafgesetz 1909, § 30, 3; Braunschweig, Forststrafgesetz 1879, § 35; Oldenburg, Gesetz betr. den Forstdiebstahl 1882, § 58).

7. Überwachung der Leseholznutzung durch fleißigen Waldbegang an den Leseholztagen.

Neben Verhinderung des unberechtigten Leseholzsammelns hat der Schutzbeamte auf Einhalten der einschränkenden Bedingungen seitens der berechtigten Sammler zu sehen. Wer diese Einschränkungen überschreitet, macht sich strafbar. Als Strafen kommen in Betracht: Entziehung des Leseholzzeichens auf Zeit oder für immer, Konventionalstrafen oder diejenigen Geld- oder Freiheitsstrafen, die in den bestehenden Forststraf- und Forstpolizeigesetzen entweder für die Überschreitung der Beschränkungen schlechthin oder doch für die Nichtbeachtung der einzelnen Einschränkung vorgesehen sind.

7. Nutzung von Beeren, Pilzen und sonstigen kleinen Walderzeugnissen.

Beeren und Pilze wurden früher hauptsächlich von der am und im Walde wohnenden Bevölkerung gesammelt und wurden dieser mit dem Walde und der Waldarbeit meist enger verknüpften Bevölkerungsschicht vom Waldbesitzer ohne Geltendmachen seiner Eigentumsrechte überlassen. In neuerer Zeit sind die Beeren und Pilze aber Handelsartikel geworden, die Nachfrage ist außerordentlich gestiegen und die vielfach im Auftrage und zugunsten von Aufkäufern und Händlern sich entwickelnde Sammeltätigkeit unzähliger Besucher des Waldes ist in manchen Gegenden zur schweren Belästigung für den Wald und zur fühlbaren Beeinträchtigung der Eigentumsrechte des Waldbesitzers geworden. Infolgedessen ist in manchen Staaten das Sammeln der Beeren und Pilze in den Bereich der Forststrafgesetzgebung gezogen und mit Geld- oder Freiheitsstrafe belegt worden, sobald es gegen das öffentlich bekannt gegebene Verbot des Waldeigentümers geschieht (Baden, Württemberg, Sachsen, Elsaß) oder sobald dabei polizeilichen Vorschriften zuwidergehandelt wird (Preußen, Braunschweig).

Wo der Waldbesitzer von der Befugnis, das Beeren- und Pilzesuchen verbieten zu können, keinen Gebrauch macht, empfiehlt es sich, schon der nötigen Aufsicht und Kontrolle halber Erlaubniskarten (Einmiete) auszugeben und diese selbstverständlich nur zuverlässigen ärmeren Personen (Frauen und Kindern) zu verabfolgen. Die gleichzeitige Erhebung einer mehr oder weniger hohen Gebühr ist in Korporations- und Privatwaldungen mehr üblich als in Staatswaldungen und sicherlich überall dort berechtigt, wo infolge der Beeren- und Pilznutzung eine Vermehrung des Forstschutzpersonales stattfinden muß oder die Schutztätigkeit des ständigen Personales in erhöhtem Maße in Anspruch genommen wird.

In den preußischen Staatsforsten wird als Rekognitionsgebühr, bzw. als Entschädigung für Druckkosten der Erlaubnisscheine ein Entgeld von 5 Pf. für den Zettel erhoben.

Um dem Einsammeln unreifer Beeren vorzubeugen, empfiehlt es sich, den Zeitpunkt des Beginns der Sammelzeit alljährlich entsprechend den Witterungs- und Reifeverhältnissen festzusetzen und öffentlich bekannt zu machen. Vorzeitiges Einsammeln ist durch Entzug des Erlaubnisscheines bzw. in der durch die Gesetze in die Hand gegebenen Weise zu bestrafen.

Orte, wo zu befürchten steht, daß durch die Sammler an Boden oder Holzpflanzen Schäden hervorgerufen werden (steile Hänge mit lockerem Boden, Verjün-

gungsschläge) sollen durch Warnungstafeln, öffentliche Bekanntmachungen usw. von der Nutzung ausgeschlossen werden. Da erfahrungsgemäß aber alle Absperrungs- und Warnungszeichen nicht helfen, sobald reife Beeren an den Sträuchern hängen, ist es richtiger, die Beerensträucher, namentlich die über die Holzpflanzen hinwegwachsenden Himbeer- und Brombeerranken, vor der Fruchtreife ausschneiden oder niedertreten zu lassen.

Unter den sonstigen kleinen Walderzeugnissen kommen noch die am Boden liegenden Fruchtstände und Samen von Waldbäumen, insbesondere Nadelholzzapfen, Eicheln, Buchecker und Kastanien, ferner Grassamen, allerhand andere Sämereien, offizinelle Kräuter und Material zu Blumenbindereien in Frage.

Besondere Aufsicht macht sich diesen Nebenprodukten gegenüber dann notwendig, wenn schneidende Werkzeuge (Sicheln usw.) zu ihrer Gewinnung benutzt werden.

8. Nutzung von Steinen und Erden.

Hinsichtlich dieser Nutzung, die meistens auf Grund von Pachtverträgen stattfindet, machen sich folgende Einschränkungen notwendig:

1. Steinbrüche müssen genau abgegrenzt und die Grenzen ausgesteint werden. Die Steingewinnung darf nicht willkürlich da und dort, sondern muß auf der abgegrenzten Fläche geschehen. Schutthalden sind durch trockene Mauern zu stützen und so anzubringen, daß durch den Abraum aus den Brüchen weder Straßen, noch Flüsse, noch anbaufähiger Waldboden verschüttet werden.

2. Rollsteine (Findlinge) dürfen nur an Orten, wo mit dieser Nutzung ein Schaden nicht verknüpft ist, zusammengelesen werden. Die hierdurch etwa entstehenden Vertiefungen sind wieder einzuebnen. Auf Schlägen ist das Sammeln gewöhnlich nicht zu dulden und überhaupt nicht auf leicht austrocknenden Sand- und Kalkböden, weil durch die Steine dem Waldboden mehr Feuchtigkeit erhalten bleibt.

3. Für die Ablagerung und für den Transport der Steine sind bestimmte Sammelplätze bzw. Abfuhrwege anzuweisen. Die Herstellungs- und Unterhaltungskosten der vom Pächter benutzten Wege sind von diesem allein oder anteilig zu bestreiten, wenn es sich um Wege handelt, die gleichzeitig von der Forstverwaltung mit benutzt werden.

4. Sand-, Lehm-, Ton-, Mergel-, Kiesgruben usw. sind einzuzäunen. Verlassene Gruben sind wieder auszufüllen und einzuebnen. Dies gilt namentlich auch für aufgegebene Schurflöcher.

5. Die Pächter haben für alle dem Walde durch einen zweckwidrigen und unzulässigen Betrieb zugefügten Beschädigungen zu haften, und zwar als Gesamtschuldner, wenn mehrere zur Pachtung eines Steinbruchs oder einer Grube zusammentreten.

6. Der Pächter ist kontraktlich zu verpflichten, die Namen der von ihm beschäftigten Arbeiter und Angestellten der Revierverwaltung zu melden und diejenigen Personen zu entlassen, die von der Revierverwaltung wegen begangener Forst- oder Jagdfrevel verworfen werden.

Vierter Abschnitt.

Schutz gegen Forstfrevel.

(Für die 4. Auflage bearbeitet von Prof. Dr. Biermann.)

In der Forstschutzlehre kann nur von den betreffenden Begriffen und von denjenigen Schutzmaßregeln gegen Forstfrevel die Rede sein, welche der Private ergreifen kann. Diese Mittel sind im allgemeinen beschränkt. Der Staat ist hier vorzugsweise zum Einschreiten berufen, und zwar durch Erlaß guter Forststrafgesetze und getreue Handhabung derselben. Die Darstellung der Theorie der Forststrafgesetzgebung, der Lehre vom Forststrafverfahren und vom Forststrafvollzug macht den Inbegriff der Lehre von der Forststrafrechtspflege[1]) aus.

Erstes Kapitel.

Forstfrevel.

1. Begriff.

Unter Forstfreveln (Forstvergehen) versteht man alle durch das betreffende Landesforststrafgesetz verbotenen und mit Strafe belegten Handlungen (oder Unterlassungen). Regelmäßig stehen Handlungen dritter in einem fremden Walde, durch welche dem Waldeigentümer ein Nachteil zugefügt oder sein Interesse mindestens gefährdet wird, in Frage. Doch sind unter Umständen auch Handlungen und Unterlassungen im eigenen Walde mit Strafe bedroht.

Hiernach fallen alle in den vorausgegangenen Abschnitten bezeichneten Mißbräuche mit unter diesen Begriff, insofern sie durch das Landesforststrafgesetz mit Strafe bedroht sind.

In § 2 des Einführungsgesetzes zum Strafgesetzbuche für den Norddeutschen Bund vom 31. Mai 1870 (durch Gesetz vom 15. Mai 1871 zum „Strafgesetzbuch für das Deutsche Reich" erhoben) heißt es: „In Kraft bleiben die besonderen Vorschriften ... für strafbare Verletzungen ... der Forstpolizeigesetze ... und über den Holz- (Forst-) Diebstahl." Doch finden nach dem Hessischen Forststrafgesetz vom 13. Juli 1904, welches an die Stelle desjenigen vom 4. Februar 1837 getreten ist, Art. 2, die in den einleitenden Bestimmungen und im ersten Teile des Strafgesetzbuchs für das Deutsche Reich enthaltenen Vorschriften auch auf Forstfrevel Anwendung, soweit nicht in dem Forststrafgesetz selber abweichende Bestimmungen getroffen sind. Das Forststrafgesetz definiert die Forstfrevel nur als Handlungen, die in diesem Gesetz mit Strafe bedroht sind. Dabei setzt es aber voraus, daß diese Handlungen in Waldungen begangen sind und versteht darunter (Art. 1): „alle unter Forstschutz stehenden Grundstücke, sowie alle nicht innerhalb der Ortschaften belegenen Grundstücke, welche wesentlich der Holzgewinnung dienen."

Das Verfahren in Forst- und Feldrügesachen ist im Großherzogtum Hessen durch die Gesetze vom 10. Juni 1879 und 13. Juli 1904 geregelt worden. Vgl. die Bekanntmachung des Textes des Gesetzes, das Verfahren in Forst- und Feldrügesachen betreffend, in der vom 1. Januar 1905 an geltenden Fassung vom 21. Oktober 1904.

---

1) Albert, J.: Lehrbuch der Staatsforstwissenschaft. Wien, 1875, S. 370—473 (II. Kap. Forststrafrechtspflege). — Ziegner-Gnüchtel, H.: Der Forstdiebstahl. Darstellungen aus dem in Deutschland geltenden Recht. Berlin und Leipzig 1888. — Ziebarth, Karl: Das Forstrecht. Dritter Teil. Strafrecht. Berlin, 1889.

2. Einteilung.

Die Forstfrevel sind entweder Beschädigungen (Forstfrevel im engeren Sinne) oder Entwendungen (Forstdiebstähle) oder Zuwiderhandlungen gegen forstpolizeiliche Bestimmungen.

Die Objekte der Forstfrevel sind der Waldboden, die Holzbestände samt Zubehör oder die forstlichen Betriebs- und Sicherungsanstalten.

Nach den einzelnen Forststrafgesetzen unterliegt sowohl die Begriffsbestimmung als die Klassifikation der Frostfrevel sehr verschiedener Auffassung. Die oben gewählte Einteilung findet sich z. B. im hessischen, bayerischen und badischen Forstgesetze.

Im Sinne des Reichsstrafgesetzbuchs, welches im § 1 je nach der Höhe und der Art der Strafe zwischen Verbrechen, Vergehen und Übertretungen unterscheidet, fallen die meisten Forstfrevel in die Gruppe der Übertretungen, d. h. solcher Handlungen, welche mit Haft oder mit Geldstrafe bis zu 150 Mk. bedroht sind.

3. Charakteristik.

A. Forstbeschädigungen.

Unter Forstbeschädigungen versteht man die Beschädigung oder Zerstörung von fremdem Holze, fremden sonstigen Walderzeugnissen oder von sonstiger Bodenausbeute (Streumittel, Gras, Steine usw.). Dabei bestimmen die Forststrafgesetze regelmäßig, daß der angerichtete Schaden eine bestimmte, geringe Summe nicht übersteigen darf. Ist der Schaden größer, so gelangen die allgemeinen Bestimmungen des Strafgesetzbuches über Sachbeschädigung zur Anwendung.

Die Beschädigungen sind entweder fahrlässige oder vorsätzliche.

a) Fahrlässige Beschädigungen des Waldes, aus Ungeschicklichkeit, Unkenntnis oder Sorglosigkeit, ereignen sich am häufigsten beim Nutzungsbetriebe.

In diese Kategorie gehören z. B.: Stammbeschädigungen durch ungeschickte Fällung (auf große Steine, Stöcke, andere Hölzer, über Schluchten usw.), Beschädigungen junger Nachwüchse bei der Fällung, Zerkleinerung oder beim Rücken, Zersplittern der Ausschlagstöcke im Nieder- oder Mittelwalde, Belassen hoher Stöcke im Hochwalde, Aufschneiden von Nutzholzstämmen zu Brennholz, Anlehnen der Raummeter oder sonstigen Schichtstöße an Stämme usw., kurz alle Vergehen gegen die Holzhauerordnung; ferner in bezug auf den Nebennutzungsbetrieb: Absicheln von Pflänzchen beim Grasen aus Unachtsamkeit, Abbrechen von Zweigen beim Zapfenbrechen usw.

Unabsichtliche Beschädigungen kommen auch häufig bei der Abfuhr von Waldprodukten vor, z. B. Beschädigungen der Baumrinde, Abknicken von Zweigen.

b) Das Motiv bei vorsätzlichen Beschädigungen kann Mutwille, Bosheit, Rache, Eigennutz, Not, sogar Aberglaube[1]) sein.

Zu Beschädigungen dieser Art gehören Verletzungen am stehenden grünen Holze durch Schälen, Ringeln, Anbohren, Anhauen, Ansägen, Entgipfeln, Entästen, Abhieb von Tagwurzeln; Verstümmelung liegender Hölzer, z. B. Durchhieb eines Baumstammes zum Zwecke der Abfuhr usw.; Abbrechen von Zweigen an Mast- und Zapfenbäumen, um sich die Ernte zu erleichtern; vorsätzliche Beschädigungen an Grenzzeichen, Einfriedigungen, Baumschulen oder sonstigen forstlichen Anstalten.

Der gelindesten Beurteilung unterliegen mit Recht Beschädigungen und Aneignungen aus Not.

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1861, 35.

B. Forstentwendungen.

Unter **Forstentwendungen** (**Forstdiebstählen**) versteht man im allgemeinen vorsätzliche und rechtswidrige Aneignungen fremder, noch nicht zum Verkaufe hergerichteter Waldprodukte. Die Entwendung „geschlagener, zum Verkauf aufbereiteter Hölzer oder sonstiger Forstprodukte" wird in den meisten Ländern nach den allgemeinen Strafbestimmungen als eigentlicher „**Diebstahl**" bestraft.[1]) Bei Forstentwendungen kommt der gemeine Diebstahl übrigens weit seltener vor als der „Forstdiebstahl", der im Sinne des Reichsstrafgesetzbuchs fast immer nur eine „Übertretung" ist. Regelmäßig hängt aber die Annahme einer bloßen Forstentwendung davon ab, daß der Wert des Entwendeten eine gewisse, geringe Summe nicht übersteigt.

Man kann die Forstentwendungen in solche **ohne** und in solche **mit gleichzeitiger Beschädigung** unterscheiden.

a) Entwendungen **ohne gleichzeitige Beschädigung** begründen für den Waldeigentümer bloß den Verlust der entwendeten Objekte, also keinen weiteren Nachteil, wie z. B. Zuwachsverlust, Bodenvermagerung usw.

Hierher gehören z. B. Entwendung liegender oder dürrer stehender Hölzer, insoweit nicht etwa bei Fällung derselben ein Schaden am grünen Holze geschieht, Entwendung dürrer Äste, Entwendung von Windfällen oder -Brüchen, Entwendung von Harz, welches bereits in den Lachen sitzt (ohne Berührung der Kambial- und Rindenschicht), von Baumfrüchten, die zur Selbstbesamung usw. nicht erforderlich sind, von Gras auf Schneisen, von Streu auf Wegen, Schneisen, Gräben usw., von Steinen auf freien Plätzen im Walde, von Beeren, Schwämmen usw.

Unter Umständen kann dem Waldeigentümer durch die Entwendung sogar ein den Wert des entwendeten Objektes erreichender, ja sogar übersteigender **Nutzen** erwachsen.

Beispiele: Rupfen von Gras, welches junge Holzpflanzen überlagert, Ausschneiden von Langstreu aus Schlägen, Sammeln von zusammengewehtem Laub, welches das Anwurzeln der Keimpflanzen im Boden mechanisch verhindert usw.

b) **Beschädigende Entwendungen** sind solche, durch welche dem Walde, abgesehen von dem Verluste der entwendeten Objekte, noch ein physischer Nachteil zugefügt wird, der je nach den Faktoren des Waldbestandes (Holzart, Holzalter, Betriebsart, Bestandesdichte, Standort usw.) sehr verschieden sein kann.

Zu Entwendungen dieser Art in bezug auf das **Hauptprodukt** gehören: Abhieb oder Abschneiden und Aneignung grüner, wüchsiger Stämme bzw. Stammteile (Gipfel), Stockroden in Verjüngungen, Quirl-, Wieden-, Streu-, Besenreis-, Deckreisigschneiteln, Ausgraben von feinen Wurzelsträngen (zur Korbflechterei), Ausbrechen von Knospen usw. Die Größe des Schadens durch den Aushieb grüner wüchsiger Stämme richtet sich nach der Holzart, Betriebsart, Begründungsweise des Bestandes, dem Holzalter, den Standortsverhältnissen usw.

Das **Knospenausbrechen**[2]) ist namentlich in Hessen (Rhein-Mainebene) und Württ-

---

1) Dieser Grundsatz ist schon in älteren Rechtsbüchern (Sachsenspiegel, um das Jahr 1230 verfaßt, 2. Buch, Art. 28), Gesetzen (Constitutio criminalis Carolina = CCC, 1582 zur Annahme gelangt, Art. 168) und Forstordnungen anerkannt worden. Einige neuere deutsche Forststrafgesetze machen allerdings hiervon eine Ausnahme, indem sie auch die Entwendung von bereits zugerichteten Holz mit zu den Forstfreveln rechnen, z. B. das Gothaische, Meiningische, Sächsische und Hessische, aber strenger bestrafen als die Entwendung anstehenden Holzes.

In bezug auf den gemeinen Diebstahl (und Unterschlagung) gilt der 19. Abschnitt des Reichsstrafgesetzbuches (§ 242—248).

2) **Muhl**: Allg. F. u. J.-Ztg. 1879, 89. — **Lorey**: das. 1880, 404; 1887, 326.

temberg mehrfach in 6—12jährigen Kiefernschonungen beobachtet worden. Die Frevler (meist Kinder) brechen die Gipfel- und Seitenknospen der jungen Kiefern gewöhnlich in der Zeit von Januar bis April massenhaft aus, um sie an Apotheken zu verkaufen. Hier benutzt man sie im zerriebenen Zustand unter der Benennung „Turiones pini" als offizinelles Mittel; große Quantitäten hiervon sollen nach Amerika exportiert werden. Welche Verunstaltungen die jungen Kiefern hierdurch erleiden, kann man sich leicht vorstellen. Im günstigsten Falle entsteht durch das Ausbrechen der Gipfelknospe eine Gabelung. Bei wiederholtem Frevel nimmt der Kopf der Pflanze leicht das Aussehen eines Kollerbusches an; aus Scheidenknospen entwickeln sich kurze Triebe, welche die Baumspitze wie ein Borstenkranz umgeben. Überdies erschwert die Geräuschlosigkeit, mit welcher dieser Frevel ausgeführt wird, seine Entdeckung.

Das Abschneiden von Gipfeln ist neuerdings in Bayern (in der Gegend von Wolfratshausen und bei Ebersberg) in Fichtenkulturen massenhaft beobachtet worden. Die betreffenden Gipfel werden unter dem Namen „Taxen" nach München verkauft und zur Herstellung von Fichtennadelöl verwendet.

Auch Schußwunden, die in Beständen, welche an Infanterieschießstände anstoßen, durch das Ziel verfehlende Kugeln entstehen, können sehr bedeutende Beschädigungen bewirken. Im Gemeindewald von Mergelstetten (Revier Bolheim in Württemberg) wurden z. B. auf diese Weise in den beiden Jahren 1884 und 1885 im ganzen 300 Buchen und 100 Fichten derart beschädigt, daß die Verletzungen noch nach 15 Jahren zu erkennen waren. Der Qualitätswert solcher Stämme war natürlich ein sehr geringer. Das ehemalige Bleigeschoß des Infanteriegewehrs verursachte viel geringere Beschädigungen als das heutige Stahlmantelgeschoß.

Alle diese Forstfrevel begründen mindestens einen Holzzuwachsverlust. Bei gewissen Entwendungen, z. B. von Mutterbäumen aus Hochwaldschlägen, Oberholzstämmen aus Mittelwaldungen usw., kommen als sekundäre Schäden hinzu: Verhinderung der Besamung, Entzug des für den jungen Nachwuchs nötigen Schutzes gegen Atmosphärilien, Störung der Wirtschaft, Bloßlegung des Bodens usw.

Zu den beschädigenden Entwendungen in bezug auf die Nebenprodukte gehören Rindeschälen, Kienholzhauen, Saftabzapfen, Harz- und Flußscharren, Laubstreifen, Grasen Streurechen, Plaggenhieb und Aneignung der gewonnenen Produkte.

Bei manchen Entwendungen, z. B. beim Kienholzhauen, Streurechen usw., ist der dadurch für den Waldeigentümer entstandene Schaden sogar größer als der Wert des Entwendeten.[1])

C. Forstpolizeiübertretungen.

Hierunter versteht man Zuwiderhandlungen gegen die allgemeinen forstpolizeilichen Vorschriften, die zum Schutze der Waldungen im Privat- und öffentlichen Interesse und zur Aufrechthaltung der nötigen Ordnung im Forste erlassen sind. Ein Schaden ist zwar nicht notwendig hiermit verknüpft, allein, da die Möglichkeit eines solchen infolge einer forstpolizeiwidrigen Handlung nahe liegt, so muß letztere überhaupt verboten werden.

Man kann die hierher gehörigen Übertretungen in folgende drei Gruppen bringen:

1. Übertretungen, welche die Handhabung der Ordnung, Aufsicht und Kontrolle im Walde erschweren oder geradezu vereiteln.

Beispiele: ordnungswidrige Holzabfuhr (ohne Abfuhrschein, zu verbotener Zeit oder auf verbotenen Wegen); unbefugte Benutzung des Waldes zum Aufstellen von Wagen; Ablagern von Schutt; Auslöschen von Nummern an aufbereiteten Hölzern usw.

2. Übertretungen, durch welche möglicherweise eine Gefahr für den Wald entstehen kann.

---

1) Über großartigen Holzdiebstahl in den Wäldern der russischen Bergstadt Jekaterinenburg (am Ural) berichtet Guse: Ztschr. f. F. u. Jw. 1892, 320.

Beispiele: Anmachen eines Feuers; Unterlassen der gehörigen Auslöschung eines mit Erlaubnis der Forstbehörde angezündeten Feuers; Fahrlässigkeit bei der Köhlerei oder beim Hackwaldbrennen; Rauchen aus Pfeifen ohne Deckel; Führung von brennenden Fackeln im Walde; Versagung der Hilfeleistung bei Ausbruch eines Waldbrandes; Liegenlassen von Hölzern über den Endtermin der Abfuhr usw.

3. Handlungen, welche gewissermaßen die Einleitung zu einer Forstzuwiderhandlung bilden und daher Präventivmaßregeln erheischen.

Beispiele: Übersteigen von Umfriedigungen; Mitführen von Hau- und Schneidewerkzeugen im Walde ohne Legimitation zu Arbeiten, welche den Gebrauch dieser Werkzeuge nötig machen würden; Betreten von Hegen oder Pflanzgärten; Beseitigung von Hegewischen, Warnungstafeln usw.

Manche Forstfrevel sind Beschädigungen bzw. Entwendungen und Forstpolizeiübertretungen zugleich, z. B. die Beschädigung von grünen, wüchsigen Stämmen bei der Holzabfuhr auf unerlaubtem Wege, das Anzünden eines Feuers im Walde mit dem Holz entwendeter Samenbäume usw. Bei derartigen Kumulationen treten nach der Gesetzgebung aller Länder höhere Strafansätze ein.

Zweites Kapitel.

Schutzmaßregeln.

Die Sicherungsmaßregeln gegen Forstfrevel sind entweder mittelbare oder unmittelbare. Jene sollen durch Beseitigung der Ursachen den Freveln überhaupt vorbeugen; diese sind gegen die Frevel selbst gerichtet, indem sie direkt Verhinderung der Ausübung bzw. Verminderung des Schadens und Entdeckung bezwecken. Eine scharfe Grenze läßt sich freilich nicht in allen Fällen ziehen, da die Wirkung bei manchen Maßregeln vorbeugend und abstellend zugleich ist.

Leider werden die Forstfrevel von der Volksmeinung immer noch für minder strafbar erachtet als andere Vergehen. „Holz und Unglück wächst alle Tage" oder die naive Definition „Holt's" (für Holz) oder die angelsächsische Formel „die Axt ist ein Melder, kein Dieb", oder der Ausdruck „die Axt ruft den Förster" und ähnliche charakteristische Sprüche im Volksmunde beweisen die Gewissensberuhigung, welcher sich der gewöhnliche Mann in bezug auf Forstfrevel hingibt. Selbst mit hohen Kirchenfesten[1]) sucht man Forstfrevel zu entschuldigen. Es hängt diese wenigstens in gewissen Kreisen schwer auszurottende Anschauung noch mit der ursprünglichen Gemeinschaft der Waldungen, der früheren Wertlosigkeit der Waldnutzungsobjekte und den Traditionen alter Rechtsbücher (Sachsenspiegel, Schwabenspiegel usw.) zusammen. In diesen wurde z. B. den Waldeigentümern geradezu die Pflicht auferlegt, den Armen das benötigte Holz unentgeltlich zu überlassen.

1. Maßregeln zur Beseitigung der Ursachen der Forstfrevel.

Die Ursache der Forstfrevel, insbesondere der Entwendungen, ist meistens Erwerbslosigkeit und hierdurch hervorgerufener Notstand der Bevölkerung. Mit der Zunahme der Bevölkerungsziffer ohne entsprechende Vermehrung der Arbeitsgelegenheit, der Abnahme der Gemeinde- und Privatwälder und dem Steigen der Holzpreise vermehrt sich auch der Reiz zur Begehung von Forstfreveln. Aber auch Eigennutz und Habsucht sind die Triebfedern derselben, zumal in der Nähe volkreicher Städte, weil diese den Handel mit gestohlenen Waldprodukten begünstigen.

1) Man frevelt z. B. ohne Bedenken Christbäumchen zum Weihnachtsfeste, Birken zum Pfingstfest und Salweiden (an Stelle von Palmen) zum Palmsonntage (letzteres besonders in Österreich, weshalb auch die Salweide dort Palmweide heißt).

Oft entsteht die Forstentwendung aus einer Verkettung der mannigfaltigsten Ursachen, teils äußeren (Bedürfnis nach Holz ohne Geldmittel zu dessen legalem Erwerbe), teils inneren (unvollkommener Schulunterricht, schlechte Erziehung, böses Beispiel, ungenügende Forstaufsicht, mangelhafte Forststrafgesetzgebung oder schlechter Strafvollzug usw.).[1])

Die Beseitigung der genannten Grundursachen ist nur bis zu einem gewissen Grade und auch in diesem beschränkten Sinne nur bei energischem Eingreifen der Forstpolizei möglich. Hier reichen aber die Kräfte der einzelnen nicht aus; das Einschreiten der Staatsgewalt wird daher unerläßlich. Wir haben es aber in der Lehre vom Forstschutze nur mit den Mitteln zu tun, welche auch der Privatwaldeigentümer (im weitesten Wortsinn), d. h. die Kommune, der einzelne Privatmann usw. ergreifen kann. Von diesem Gesichtspunkt aus sind folgende Maßregeln mehr oder minder erfolgreich:

a) Fleißige Ausnutzung auch der geringen Nutz- und Brennholzsortimente bei der Holzernte, um das Bedürfnis hiernach jederzeit befriedigen zu können; Handabgabe oder Anstellung häufiger Holzverkäufe; Vermeidung unnötiger Weitläufigkeiten bei der Abgabe und Eröffnung eines angemessenen Kredits.

Zu den Sortimenten, welche nicht selten den Gegenstand der Entwendung bilden, gehören: Hopfenstangen, Ladebäume, Leiterbäume, Deichseln, Pflugsterzen, Erntewieden, Erbsenreisig, Besenreisig, Deckreisig, Zaunreisig, Baumpfähle, Baumstützen und sonstige landwirtschaftliche Kleinnutzhölzer, Floßwieden, Reife, Christbäumchen, Stock- und Wurzelholz, Brennreisig usw.

Um der Entwendung von Christbäumchen, deren Anzucht besonders in der Nähe großer Städte rentabel sein kann, möglichst vorzubeugen, empfiehlt sich:

1. deren Anzucht in Forstgärten oder in besonderen kleinen Beständen, die mit Einfriedigung zu versehen sind;

2. die Bestimmung, daß jedes zum Verkauf gelangende Christbäumchen mit einem Ursprungsattest oder einem besonderen Kennzeichen (Bleiplombe, Waldhammerzeichen usw.) versehen sein müsse.

b) Widerrufliche Gestattung gewisser Forstnebennutzungen innerhalb der forstlich zulässigen Grenzen.

Hierher gehören: Erlaubnis zum Grasen, zum Leseholz-, Beeren-, Schwämme-, Zapfensammeln, Waldstreuabgabe (in Strohmißjahren), zeitweise Gestattung des Anbaues von Hackfrüchten oder Zerealien im Walde usw. Auf schweren, aber kräftigen und daher graswüchsigen Böden kann die zeitweise landwirtschaftliche Benutzung sogar forstlich vorteilhaft sein (Erhöhung der Feuchtigkeit, Wärmekapazität und des Absorptionsvermögens der Bodenkrume durch die Lockerung — wichtig für Saat- und Pflanzkämpe). Hackfrüchte (Kartoffeln) sind den Zerealien vorzuziehen, weil sie dem Boden weniger Mineralbestandteile entziehen.

c) Gewährung von Arbeitsverdienst im Walde, sobald Begehr hiernach vorhanden ist, zumal in verdienstarmen Zeiten.

Angemessene Arbeiten bei großem Andrange von Arbeitsuchenden sind: Wegbauten, Grabenanfertigung, ausgedehnte Rodungen von Waldboden, Herstellung von Wiesen im Walde usw.

Für Gemeinden empfehlen sich insbesondere folgende Maßregeln:

d) Hinwirken auf möglichste Benutzung aller Holzsurrogate und Einführung holzsparender Feuerungen von seiten der Ortsbürger.

---

1) Brumhard, A.: Versuch zur Begründung einer zeitgemäßen Forststrafgesetzgebung. Offenbach 1833. — Viele Bemerkungen in dieser vortrefflichen Schrift verdienen noch heute Beachtung.

e) Errichtung von Holzmagazinen auf guter Grundlage.

Hauptpunkte in bezug auf deren Organisation sind: Zugänglichkeit für alle Ortsbürger, Verabfolgung der gangbarsten Nutz- und Brennholzsorten in gut ausgetrocknetem Zustande und selbst den kleinsten Quantitäten, Gewährung von Zahlungsfristen, pflichttreue Verwaltung usw. Holzmagazine auf Staatsrechnung empfehlen sich wegen der Kostspieligkeit der Verwaltung und der Größe des darin befindlichen Kapitales nicht.[1])

f) Hebung der landwirtschaftlichen Kultur, um die Landwirtschaft möglichst unabhängig vom Walde zu machen.

Rationelle Benutzung der Gemeindegrundstücke, Förderung des landwirtschaftlichen Vereinswesens; Veranstaltung von Wandervorträgen, Verbesserung der landwirtschaftlichen Schulen, Massenverteilung guter populärer Schriften usw.

2. Maßregeln zur direkten Verminderung der Forstvergehen.

Die wichtigsten sind:

a) Einteilung der Forste in passende Schutzbezirke von geeigneter Größe[2]) und Form, sowie Anstellung von tüchtigen, treuen Forstschutzbeamten in hinreichender Anzahl. Ihnen sind Dienstwohnung, Dienstgrundstücke und auskömmlicher Gehalt zu gewähren. Sie müssen außerdem mit den notwendigen Befugnissen ausgestattet sein, d. h. mit dem Rechte zur Verhaftung, Haussuchung, Einziehung bzw. Beschlagnahme und mit dem Rechte, Waffen zu tragen und zu gebrauchen. Am besten ist, nach unserer Ansicht, das System einfacher Forstwarte.[3])

b) Mitverwendung der Waldarbeiter (Holzhauer, Holzsetzer, Wegwarte, Köhler usw.) zum Forstschutze.

c) Fleißiger Waldbegang[4]) und strenge Überwachung aller Waldarbeiter. Letzteren ist namentlich der vorsichtige Gebrauch von Waldfeuern wiederholt einzuschärfen.

d) Unausgesetzte Überwachung der Forstschutzbeamten durch die Verwaltungsbeamten und Prämiierung verdienter Beamter. Zu diesem Behuf kann die Gründung von Forstschutzvereinen[5]) empfehlenswert sein.

e) Genaue Konstatierung aller Forstfrevel, korrekte Anzeige derselben bei dem kompetenten Gerichte und rasche Erledigung der infolgedessen sich ergebenden Geschäfte.

---

1) Zur Literatur vgl.: Wagner, Adolph: Karl Heinrich Raus Lehrbuch der Finanzwissenschaft. 6. Ausgabe. 1. Abteilung. Leipzig 1872, 421. — von Berg, C.: Die Staatsforstwirtschaftslehre. Leipzig 1850, 171. — Hundeshagen, J. Ch.: Lehrbuch der Forstpolizei. 4. Aufl. von J. L. Klauprecht. Tübingen 1859, 188.

2) Die durchschnittliche Größe der Schutzbezirke in den deutschen Staats- und Domänenwaldungen schwankt zwischen 200 ha (Schaumburg-Lippe) und etwa 690 ha (Württemberg) und beträgt im Mittel etwa 450 ha.

3) Das Nähere hierüber ist Gegenstand der Forstverwaltungskunde. — Micklitz, Rob.: Forstliche Haushaltungskunde. 2. Aufl., Wien 1880. — Albert, Joseph: Lehrbuch der Forstverwaltung. München 1883. — Schwappach, A.: Handbuch der Forstverwaltungskunde. Berlin 1884.

4) Ein treffendes Sprichwort sagt: „Die Furcht muß den Wald hüten". Der Schutzbeamte muß seinen Bezirk je nach Umständen Tag und Nacht begehen, aber niemals nur zu bestimmten Stunden, sondern bald zu dieser, bald zu jener Zeit. Auch darf er hierbei nicht etwa einen regelmäßigen Weg einhalten. Kurz gesagt: die Frevler dürfen sich zu keiner Zeit und an keinem Orte sicher fühlen.

5) In Niederösterreich hat sich in den 1870er Jahren ein solcher Verein konstituiert (Zbl. f. d. ges. Fw. 1877, 166).

f) Hinwirken auf möglichste Befreiung der Waldungen von fremden Nutzungsrechten (Waldservituten), weil bei deren Ausübung Übergriffe sehr häufig stattfinden.

Gegen einzelne Frevel gibt es noch besondere Maßregeln. Harzfrevel verhindert man z. B. durch wiederholtes Übertünchen der Lachen mit abgelöschtem Kalk, weil hierdurch der Ausfluß vermindert und das Harz zur Pechbereitung unbrauchbar gemacht wird.

Hier und da besteht noch die Gepflogenheit, den Forstwarten sog. Frevelhämmer (Malbarten) mit der Weisung einzuhändigen, die gefundenen Frevelstöcke hiermit zu bezeichnen.[1]) Dem Verwaltungspersonal wird hierdurch die Kontrolle über die Tätigkeit der Schutzbeamten erleichtert. Auch besondere Wächterkontrolluhren[2]) zur Konstatierung der Anwesenheit der Forstschutzbeamten an gewissen Orten und zu bestimmten Zeiten hat man in Vorschlag gebracht.

Fünfter Abschnitt.

Schutz gegen Waldservituten.

(Für die 4. Auflage bearbeitet von Prof. Dr. Biermann.)

Erstes Kapitel.

Im allgemeinen.

Zum vollen Verständnisse der Lehre von den Waldservituten erscheint es angemessen, einige allgemeine Betrachtungen über Begriff, Arten und Schutz des Waldeigentums vorauszuschicken. Hierbei ist eine Beschränkung auf das deutsche Recht geboten.[3])

1. Teil.

Waldeigentum.

1. Begriff.

Das Eigentum (dominium, proprietas) ist das Recht der vollen, begrifflich unbegrenzten Herrschaft über eine Sache. Der Eigentümer kann einerseits mit der Sache nach Belieben verfahren, sie gebrauchen und nutzen, belasten, veräußern, selbst zerstören und kann andererseits andere von jeder Einwirkung auf die Sache ausschließen. Wer ihm die Sache entzieht oder vorenthält oder wer sein Eigentum in anderer Weise beeinträchtigt, z. B. das Grundstück unbefugt betritt oder Rauch, Gase, Dämpfe unbefugt auf dasselbe leitet, setzt sich seinen Klagen aus. Das Eigentum gehört zu den dinglichen oder Sachenrechten, d. h. absoluten Herrschaftsrechten über Sachen. Und zwar ist es das wichtigste und vornehmste derselben. Denn während alle anderen dinglichen Rechte begrenzte Rechte sind und der Berechtigte mit der seinem

---

1) Diese Einrichtung besteht z. B. in den Domanial- und Kommunalwaldungen des Großherzogtums Hessen.

2) Fischbach, C.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1863, 481.

3) Zur Literatur über die rechtlichen Verhältnisse der Waldungen usw.: Hagemann: Handbuch des Landwirtschaftsrechts. Hannover 1807. — Eding, H.: Die Rechtsverhältnisse des Waldes. Berlin 1874. — Stobbe, Otto: Handbuch des deutschen Privatrechts. 3. Aufl., bearb. von H. O. Lehmann. Bd. 2, Berlin 1896/97. — Beseler, G.: System des gemeinen deutschen Privatrechts. 2 Abteilungen. 4. Aufl., Berlin 1885. — v. Gerber, C. F.: System des deutschen Privatrechts. 17. Aufl., neu bearb. von Konr. Cosack. Jena 1895. — Gierke, Otto: Deutsches Privatrecht. 2. Bd., Sachenrecht. Leipzig 1905.

Recht unterworfenen Sache nur das vornehmen kann, was ihm positiv vom Gesetz erlaubt ist, ist das Eigentum das begrifflich unbegrenzte Recht; der Eigentümer darf mit der Sache machen, was er will.

Das Eigentum an einem Waldgrundstück besteht aus dem Eigentum:

a) am Grund und Boden selber,

b) am Raume über der Oberfläche, wobei aber die Beschränkung gilt, daß der Eigentümer Einwirkungen nicht verbieten kann, die in solcher Höhe vorgenommen werden, daß er an der Ausschließung kein vermögensrechtliches oder sonstiges Interesse hat (BGB. § 905).

c) am Erdkörper unter der Oberfläche. Hier gilt dieselbe Beschränkung.

d) an den wesentlichen Bestandteilen des Grundstücks. Solche sind namentlich die Erzeugnisse des Grundstückes, solange sie mit dem Boden zusammenhängen, also die Bäume, Sträucher, Gras, Moose. Samen wird mit dem Aussäen — einerlei, auf welche Weise die Aussaat erfolgt —, eine Pflanze wird mit dem Einpflanzen wesentlicher Bestandteil des Grundstückes (BGB. § 94 Abs. 1). Keine Bestandteile sind aber diejenigen Bäume und Kräuter, die nur zu einem vorübergehenden Zwecke mit dem Grund und Boden verbunden sind, z. B. junge Bäume in Pflanzgärten (BGB. § 95 a. A.). Diese können also auch im Eigentum eines anderen stehen als des Eigentümers des Waldbodens. Wesentliche Bestandteile des Grund und Bodens sind ferner die mit ihm fest verbundenen Gebäude und sonstigen Werke (BGB. § 94). Doch sind keine Bestandteile einmal diejenigen Werke, die nur zu einem vorübergehenden Zweck mit dem Grund und Boden verbunden sind, z. B. die von einem Waldpächter für seine Zwecke errichteten, und ferner diejenigen, die in Ausübung eines dinglichen Rechts am Waldgrundstück, z. B. eines Nießbrauches, dem Grundstück eingefügt wurden.

2. Subjekte des Waldeigentums.

Das Waldeigentum kann entweder einem einzelnen oder mehreren zustehen.

A. Der Alleineigentümer des Waldes kann eine natürliche (physische) Person, d. h. ein einzelner Mensch, oder eine juristische Person sein. Juristische Personen sind Organisationen der menschlichen Gesellschaft, denen die Rechtsordnung Rechtsfähigkeit (Persönlichkeit) beilegt. Die wichtigsten sind der Staat und die Gemeinden. Eigentümerin des Waldes ist allein die juristische Person; die Mitglieder derselben, z. B. die Gemeindeangehörigen, sind auch nicht zu Anteilen Eigentümer des Waldes. Doch können sie Rechte am Walde, z. B. auf Brenn- oder Bauholz, haben. Da die juristische Person als etwas nur Gedachtes handlungsunfähig ist, so müssen ihr physische Personen, sog. Organe, zur Verfügung stehen, deren Handeln als Handeln der juristischen Person gilt. Solche Organe sind z. B. die Mitglieder der staatlichen und gemeindlichen Forstverwaltungen. Das Gesetz bestimmt (BGB. § 31, 86, 89). daß die juristische Person, z. B. der Staat, für den Schaden verantwortlich ist, den ein Organ der juristischen Person durch eine in Ausführung der ihm zustehenden Verrichtungen begangene, zum Schadensersatz verpflichtende Handlung einem dritten zufügt.

B. Steht das Eigentum am Walde mehreren zu, so ist ihre Gemeinschaft grundsätzlich eine Gemeinschaft nach Bruchteilen (pro partibus indivisis, BGB. § 741 ff.). Die Anteile der Teilhaber sind im Zweifel gleich. Jedem Miteigentümer gebührt

ein seinem Anteil entsprechender Bruchteil der Früchte. Jeder ist zum Gebrauche des Waldes insoweit befugt, als nicht der Mitgebrauch der übrigen Miteigentümer beeinträchtigt wird. Die Verwaltung des Waldes steht den Miteigentümern gemeinschaftlich zu; doch kann jeder Miteigentümer die zur Erhaltung des Waldes notwendigen Maßregeln ohne Zustimmung der anderen Teilhaber treffen. Die Lasten, sowie die Kosten der Erhaltung, der Verwaltung und der gemeinschaftlichen Benutzung hat jeder Teilhaber nach dem Verhältnis seines Anteils zu tragen. Jeder Miteigentümer kann frei über seinen Anteil verfügen, ihn z. B. veräußern und verpfänden. Über den gemeinschaftlichen Wald im ganzen können die Teilhaber nur gemeinschaftlich verfügen. Jeder Teilhaber kann grundsätzlich jederzeit die Aufhebung der Gemeinschaft verlangen. Über die Art der Auseinandersetzung entscheidet in erster Linie die Vereinbarung der Teilhaber; kommt sie nicht zustande, so ist der Wald im Wege der Zwangsversteigerung zu verkaufen und der Erlös unter die Teilhaber zu verteilen.

Das gemeinschaftliche Eigentum kann aber auch ein sog. Gesamthandseigentum sein. Dies ist dann der Fall, wenn es zu dem Vermögen einer Gesellschaft, dem Gesamtgut einer ehelichen Gütergemeinschaft oder zu dem Nachlaß eines von mehreren Erben beerbten Erblassers gehört. In diesem Falle kann kein Teilhaber über seinen Anteil an den einzelnen zu dem gemeinschaftlichen Vermögen gehörigen Gegenständen verfügen, ihn z. B. veräußern. In den beiden erstgenannten Fällen kann auch kein Teilhaber Teilung des gemeinschaftlichen Vermögens verlangen.

3. Beschränkungen des Waldeigentums.

Das Eigentum am Walde ist teils unmittelbar durch das Gesetz eingeschränkt, teils kann es durch begrenzte dingliche Rechte, z. B. Waldservituten, eingeschränkt werden.

A. Die gesetzlichen Eigentumsbeschränkungen sind entweder privatrechtliche oder öffentlichrechtliche.

Von den ersteren sind die wichtigsten die sog. Nachbarrechte, welche Eigentumsbeschränkungen zugunsten der benachbarten Grundstücke enthalten. Hierher gehört, daß der Waldeigentümer gewisse Einwirkungen, die von einem anderen Grundstück ausgehen, z. B. die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Rauch, Ruß, dulden muß, soweit sie die Benutzung der Waldgrundstücke nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigen oder durch eine Benutzung des anderen Grundstücks herbeigeführt werden, die „nach den örtlichen Verhältnissen" — z. B. in einer Industriegegend — bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich ist. Hierher gehört ferner die Verpflichtung des Waldeigentümers, unter Umständen einen Notweg zu dulden usw.

Auch öffentlichrechtlich ist das Waldeigentum beschränkt. Denn der Wald stellt einen so wesentlichen Teil des Nationalreichtums dar, und seine möglichst ungeschmälerte Erhaltung ist volkswirtschaftlich und hygienisch so wichtig, daß dem einzelnen Waldeigentümer unmöglich die freie Verfügung über den Wald und eine unbeaufsichtigte Verwaltung desselben belassen werden darf. Es ist notwendig, den Wald auch gegen den Eigentümer selber zu schützen. Diese Beschränkungen betreffen hauptsächlich die den Gemeinden und den öffentlichen Anstalten (Kirchen, Universitäten, Stiftungen) gehörigen Waldungen und gehen in einigen deutschen Staaten so-

weit, daß den Eigentümern des Waldes die Verwaltung desselben überhaupt entzogen und auf den Staat übertragen ist. Ferner bestehen vielfach Parzellierungsverbote. So bedarf es im Großherzogtum Hessen zur Teilung eines Waldgrundstücks, sowie zur getrennten Veräußerung von Waldgrundstücken, die bisher zusammen bewirtschaftet worden sind, der Genehmigung des Ministeriums der Finanzen, Abteilung für Forst- und Kameralsachen. Bei der Teilung dürfen selbständige Waldgrundstücke unter 50 Ar nicht gebildet werden (Hess. Ausführungsgesetz zum BGB. Art. 95).

B. Die begrenzten dinglichen Rechte des BGB. sind: das Erbbaurecht, die Grunddienstbarbeiten, der Nießbrauch, die beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten, das Vorkaufsrecht, die Reallasten, die Hypothek, Grundschuld und Rentenschuld. Partikularrechtlich treten namentlich das Erbpachtrecht und andere im Absterben befindliche Rechte hinzu. Als Belastungen von Wäldern sind von größerer Bedeutung nur die Grunddienstbarkeiten, der Nießbrauch, die beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten, die Reallasten.

C. Mit dem Walde als sog. herrschendem Grundstück können Grunddienstbarkeiten, z. B. Wege- und Wasserrechte, und Reallasten verbunden sein.

D. Veraltet ist die Theorie vom geteilten Eigentum. Sie unterschied unter den dem Eigentümer zustehenden Befugnissen zwei Gruppen: die Proprietät, d. h. das Recht der Verfügung über die Substanz, und die Nutzung. Befanden sich Proprietät und Nutzung in verschiedenen Händen, so wurde demjenigen, der über die Substanz verfügen konnte, das Obereigentum (dominium directum), demjenigen, der die Nutzung hatte, das Untereigentum (dominium utile) zuerkannt. Ein solches geteiltes Eigentum wurde bei Lehngütern, in Erbpacht- und Erbzinsverhältnissen, bei Familienfideikommissen angenommen. In Wahrheit ist indessen der Obereigentümer alleiniger Eigentümer, der Untereigentümer bloßer Inhaber eines begrenzten dinglichen Rechtes.

4. Schutzmaßregeln.

Zur Sicherung des **Waldeigentums** und der mit demselben verbundenen Rechte dienen folgende Maßregeln:

a) Eintragung des Waldeigentums und der mit ihm verbundenen Rechte im Grundbuch; Erhaltung der Übereinstimmung des Grundbuchs mit der wirklichen Rechtslage. Doch sind keineswegs alle Waldungen in den Grundbüchern eingetragen, da nach der Grundbuchordnung vom 24. März 1897 § 90 durch landesherrliche Verordnung bestimmt werden kann, daß die Grundstücke des Fiskus und anderer juristischer Personen nur auf Antrag ein Grundbuchblatt erhalten, und gerade Waldungen häufig dem Fiskus und anderen juristischen Personen gehören.

b) Dauerhafte **Begrenzung** des Umfangs im Äußeren und im Inneren; Abgrenzung belasteter von unbelasteten Waldteilen; Herstellung von Grenzregistern und Grenzkarten; sorgfältige Erhaltung der Waldbegrenzung (s. I. Abschnitt).

c) Führung genauer Ab- und Zugangsverzeichnisse (**Waldflächenkontrollen**).

d) Häufige Vornahme von **Besitzhandlungen**, zumal in der Nähe der Grenzen. Unter allen Umständen erhalte man sich im Besitze des Waldes, weil man in diesem Falle auch Besitzesschutz (BGB. §§ 859 ff.) genießt und nicht auf die schwerfälligeren Eigentumsklagen angewiesen ist.

e) Wirksame Begegnung von Mißbräuchen beim Nutzungsbetriebe (s. II. und III. Abschnitt).

f) Möglichste Verhütung von Forstfreveln aller Art (s. IV. Abschnitt).

g) Einräumung von Vergünstigungen bzw. Waldnutzungen, z. B. des Leseholzsammelns usw., nur gegen Ausstellung einer bestimmten Erklärung (Revers), durch welche die Natur der Vergünstigung ausdrücklich anerkannt wird, damit nicht etwa Einräumung eines Rechts behauptet werden kann.

h) Mindestens alljährliche Ausübung der mit dem Waldeigentume verknüpften Grunddienstbarkeiten an fremden Grundstücken, damit der Waldeigentümer im Besitz der Grunddienstbarkeiten geschützt werde (BGB. § 1029).

II. Teil.

Nießbrauch am Walde.

Der Nießbrauch (usus fructus) ist das dingliche Recht, die Nutzungen einer Sache zu ziehen. Nutzungen sind die Früchte einer Sache einschließlich der mittelbaren oder Zivilfrüchte, d. h. derjenigen, die die Sache vermöge eines Rechtsverhältnisses gewährt, z. B. der Pachtzinsen. ferner die Vorteile, die man vom Gebrauche der Sache hat. Der Nießbrauch ist nicht besonders häufig. Meistens beruht seine Bestellung auf letztwilliger Anordnung. Doch finden die Vorschriften über den Nießbrauch zum großen Teil auch auf die Nutznießung des Mannes am eingebrachten Gute der Frau, des Vaters und der Mutter am unfreien Kindesvermögen, nicht minder auf die Rechte und Pflichten eines Vorerben gegenüber dem Nacherben Anwendung. Gleiches gilt partikularrechtlich vom Pfründenrecht, d. h. dem Nutzungsrecht eines kirchlichen Stelleninhabers. Der Nießbraucher hat bei der Ausübung des Nutzungsrechts die bisherige wirtschaftliche Bestimmung der Sache aufrecht zu erhalten und nach den Regeln einer ordnungsmäßigen Wirtschaft zu verfahren. Er ist nicht berechtigt, das Grundstück umzugestalten oder wesentlich zu verändern. Er hat für die Erhaltung der Sache in ihrem wirtschaftlichen Bestande zu sorgen. Sowohl der Eigentümer als auch der Nießbraucher kann verlangen, daß das Maß der aus dem Walde zu ziehenden Nutzungen und die Art der wirtschaftlichen Behandlung des Waldes durch einen Wirtschaftsplan festgestellt werden. Tritt eine erhebliche Änderung der Umstände ein, so kann jeder Teil eine entsprechende Änderung des Wirtschaftsplans verlangen (BGB. § 1038). Doch erwirbt der Nießbraucher das Eigentum an allen Früchten, auch an solchen, die er den Regeln einer ordnungswidrigen Wirtschaft zuwider, z. B. durch Raubbau, oder die er deshalb im Übermaße zieht, weil dies infolge eines besonderen Ereignisses, z. B. eines Windbruches, notwendig geworden ist. Er ist dann aber verpflichtet, den Wert der im Übermaß gezogenen Früchte dem Eigentümer bei der Beendigung des Nießbrauches zu ersetzen und für die Erfüllung dieser Verpflichtung schon jetzt Sicherheit zu leisten. Beide Teile können verlangen, daß der zu ersetzende Betrag zur Wiederherstellung der Sache insoweit verwendet werde, als es einer ordnungsmäßigen Wirtschaft entspricht. Wird die Verwendung zur Wiederherstellung der Sache nicht verlangt, so fällt die Ersatzpflicht fort, soweit durch den ordnungswidrigen oder den übermäßigen Fruchtbezug die dem Nießbraucher gebührenden Nutzungen beeinträchtigt werden (BGB. § 1039). Die Verantwortlichkeit des Nießbrauchers wegen eines Verschuldens wird durch diese Bestimmungen nicht berührt.

Der Nießbrauch ist ein höchstpersönliches Recht. Er erlischt mit dem Tode des Nießbrauchers und, wenn er einer juristischen Person zusteht, mit dieser. Er ist auch nicht unter Lebenden übertragbar, nur seine Ausübung kann einem anderen überlassen werden.

III. Teil.

Waldservituten.

1. Begriff.

Waldservituten (Walddienstbarkeiten) sind Rechte dritter auf gewisse Nutzungen in fremden Waldungen. Sie gehören, wie das Eigentum, zu den dinglichen Rechten und begründen für den Waldeigentümer eine Beschränkung seines Eigentums.[1]) Man nennt sie auch Wald- oder Forstgerechtigkeiten (vom Standpunkt des Berechtigten aus) oder Walddienstbarkeiten (vom Standpunkt des Belasteten aus). Der Wald muß — als belastetes Objekt — gewissen Zwecken dienen (servire), womit die Bezeichnung Dienstbarkeit (servitus) zusammenhängt.

Die Servituten (Dienstbarkeiten) berühren sich mit den Reallasten. Der Unterschied liegt darin, daß bei der Servitut der Berechtigte das Grundstück selber benutzt, z. B. auf dem Grundstück Holz schlägt oder sammelt, Gras schneidet, Vieh weidet, während ihm bei der Reallast wiederkehrende Leistungen aus dem Grundstück von dessen Eigentümer entrichtet werden, z. B. ihm alljährlich oder bei bestimmten Gelegenheiten ein bestimmtes Holzquantum aus dem Walde geliefert wird. Auch die Reallast ist indessen ein dingliches Recht; doch haftet der Eigentümer des mit der Reallast belasteten Grundstücks für die während der Dauer seines Eigentums fällig werdenden Leistungen auch persönlich, soweit nicht ein anderes bestimmt ist.

Die Waldservituten sind unteilbare Rechte. Dies bedeutet, daß sie nicht an einem Grundstücksbruchteil bestehen können. Dagegen kann mit einer Reallast ein Bruchteil eines Grundstücks wenigstens dann belastet werden, wenn er in dem Anteil eines Miteigentümers besteht.

2. Entstehung.

Im römischen Recht spielten Waldservituten keine nennenswerte Rolle. Sie stammen im wesentlichen aus dem deutschen Recht. Sie verdanken hier ihre Entstehung einer Zeit, in welcher man die Nutzungen aus einem Walde wegen Überflusses hieran, dünner Bevölkerung und extensiver Bodenkultur noch sehr gering achtete. Von Bedeutung waren für ihr Aufkommen namentlich die Beziehungen der Einwohner zur Landes- oder Gutsobrigkeit oder zur Gemeinde.

Die wichtigsten Entstehungsgründe der Waldservituten sind:

a) Ursprüngliche Märkerrechte. Durch Umwandlungen der Mark- in landesherrliche oder Gemeindewaldungen sanken die früheren Eigentümer zu bloßen Servitutberechtigten herab.

b) Ausdrücklich vorbehaltene oder eingeräumte Nutzungsrechte am Walde bei Abzweigung neuer Dorfanlagen. Hierbei können sowohl die Mutterdörfer als die Tochtermarken die Berechtigten sein.

1) Danckelmann, B.: Über die Grenzen des Servitutrechts und des Eigentumsrechts bei Waldgrundgerechtigkeiten. Berlin 1884.

c) Ursprüngliche Einräumung von Nutzungsbefugnissen in den freien und herrschaftlichen Marken an solche Ortseinwohner, welche nicht vollberechtigte Genossen waren.[1])

d) Verleihung von Waldnutzungsrechten in den herrschaftlichen Forsten (der Könige, Landes- und Gutsherren usw.) an Land- oder Stadtgemeinden oder einzelne Güter. Im Mittelalter geschah die Verleihung von Waldservituten besonders an Geistliche und Klöster.

e) Rechtsgeschäftliche Bestellung von seiten der Grundeigentümer (zumal bei Waldkolonisationen), auch durch letztwillige Verfügung.

f) Ersitzung. Hierzu bedurfte es nach gemeinem Recht einer 10- bzw. (inter absentes) 20-jährigen Ausübung als Recht nec vi nec clam nec precario gegenüber dem Eigentümer in gutem Glauben. An ersitzungsunfähigen, z. B. fiskalischen Grundstücken konnte nach der herrschenden Meinung eine Servitut durch Ersitzung nicht erworben werden. Das Bürgerliche Gesetzbuch hat die Ersitzung von Dienstbarkeiten an Grundstücken beseitigt.

3. Einteilung.

Die Waldservituten lassen sich, wie die Servituten überhaupt, je nach dem angelegten Gesichtspunkt in verschiedener Weise gruppieren.

A. Nach Subjekten unterscheidet man beschränkte persönliche Dienstbarkeiten und Grunddienstbarkeiten.

a) Beschränkte persönliche Dienstbarkeiten (irreguläre Personalservituten) stehen einer bestimmten Person zu. Sie sind nicht vererblich oder unter Lebenden übertragbar. Ihre Ausübung kann einem anderen nur überlassen werden, wenn die Überlassung gestattet ist.

b) Grunddienstbarkeiten (Prädialservituten) stehen dem jeweiligen Eigentümer eines anderen Grundstücks zu, von dem sie nicht abgetrennt werden können. Das Grundstück, zu dessen Vorteil die Servitut gereicht, wird als herrschendes (praedium dominans), das belastete als dienendes (praedium serviens) bezeichnet.

B. Nach der Beschränkungsart unterscheidet man negative und affirmative Servituten.

a) Negative Servituten (servitutes, quae consistunt in non faciendo) sind solche, infolge deren sich der Eigentümer einer Einwirkung auf sein Eigentum (den Wald) enthalten muß, zu welcher er sonst berechtigt sein würde. Sie verurteilen den dominus zu einem non facere, beschränken also den positiven Bestandteil des Eigentumsbegriffs.

Negative Waldservituten sind zwar nicht unmöglich, allein sie kommen wohl nur äußerst selten vor.[2])

b) Affirmative Servituten (servitutes, quae consistunt in patiendo) sind solche, infolge deren der Eigentümer eine Einwirkung auf sein Eigentum (den Wald)

1) Die Entstehung der Servituten aus allmählicher Vergünstigung fand u. a. vielfach östlich der Elbe statt.

2) Beispiel einer negativen Waldservitut: Eine im oder am Walde wohnende Person habe das Recht, daß ihr eine gewisse Aussicht nicht (durch Baumpflanzungen) versperrt werde (servitus, ne prospectui officiatur).

dulden muß, welche er sonst nicht zu dulden brauchte. Sie verurteilen also den dominus zu einem pati, beschränken hiernach den **negativen** Bestandteil des Eigentumsbegriffs. Wohl alle Waldservituten gehören in diese Kategorie.

C. Nach der **Ausübungsdauer** unterscheidet man ständige und unständige Servituten.

Die **ständigen** Servituten (servitutes continuae) sichern einen dauernden Zustand, sie gewährleisten ein „Haben" oder ein „Verbieten". Doch nennt man ständig auch Servituten auf ein „Tun", welches **jederzeit** zulässig ist, z. B. ein gewöhnliches Wegerecht.

Unständige Servituten (servitutes discontinuae) sind solche, die nur zu gewissen Zeiten oder bei gewissen Gelegenheiten ausgeübt werden dürfen. So das Recht auf Wind- oder Schneebruchholz, das Windfallrecht usw.

4. Schädlichkeit.

Die wichtigsten **privatwirtschaftlichen** Nachteile der Waldservituten sind folgende:

a) Beschränkung des Waldeigentümers in bezug auf die Benutzung des Waldes und hierdurch Verhinderung der einträglichsten Wirtschafts- und Benutzungsweise.

Wo das Recht auf den Bezug einer bestimmten **Holzart** (z. B. Buche) vorliegt, kann die Umwandlung in eine andere bzw. einträglichere (z. B. Fichte) nicht vorgenommen werden. Wo eine Berechtigung auf Stockholz vorhanden ist, kann der Waldeigentümer den Niederwaldbetrieb nicht einführen. Das Recht auf Eichenwellbäume oder andere Starkhölzer verbietet den Übergang zu einer niedrigeren Umtriebszeit, bei welcher sich das Waldkapital besser verzinsen würde. Auch Beengung im Kultur- oder Durchforstungsbetrieb [1]) kann durch eine Servitut bewirkt werden. Das Maß der Wirtschaftsstörung ist je nach der Natur und dem Umfange der Servitut großen Schwankungen unterworfen.

b) Direkte Schmälerung des Waldeinkommens, und zwar entweder nur durch Entzug gewisser Nutzungen (Bauholzrecht) oder auch durch Benachteiligung des Holzwuchses (Streurecht).

Im allgemeinen beträgt der Verlust des pflichtigen Waldeigentümers fast stets mehr als der Gewinn des Servitutars; in diesem Falle ergibt sich aber ein volkswirtschaftliches Defizit. [2])

c) Verringerung des Interesses für die Forstkultur, da der Waldeigentümer die Früchte seiner Tätigkeit nicht allein genießen kann.

Diese Schattenseite wird sich namentlich bei dem Kulturbetrieb geltend machen. Wo der Eigentümer mit einem Berechtigten teilen muß, bleibt manche Kultur entweder ganz unausgeführt, oder sie wird nicht so sorgfältig gemacht, wie im servitutfreien Walde.

d) Gefährdung der Waldsubstanz durch Übergriffe der Berechtigten, indem die Ausübung der Servituten leicht Veranlassung zu diesem oder jenem Forstfrevel gibt.

e) Vermehrung der Kosten für den Forstschutz.

f) Vermehrung der Betriebsgeschäfte im Zimmer und Walde.

Abhaltung von Holzschreibtagen; Anfertigung und Verabfolgung der Berechtigungshölzer; Kontrolle der richtigen Verwendung derselben; Führung und Evidenthaltung der Gerechtigkeitskataster usw.

g) Entstehung verschiedener Unannehmlichkeiten für die Forstverwaltung.

---

1) **Wiese**: Forstl. Bl., N. F. 1874, 5 bzw. 8.

2) Die belasteten bayerischen Staatswaldungen bringen z. B. einschließlich der von den Berechtigten erhobenen 11 Prozent weniger ein als die unbelasteten.

Hierher gehören Zwistigkeiten, Exzesse, ja sogar Prozesse, die — zumal bei unbestimmten Servituten — um so leichter vorkommen, als die Natur des ganzen Rechtsverhältnisses den Keim von Streitigkeiten gleichsam in sich trägt.

Hierzu kommen noch verschiedene volkswirtschaftliche Nachteile, welche die Forstpolizeilehre näher auszuführen hat.

In dieser Hinsicht schaden die Servituten z. B. durch Begünstigung der Holzverschwendung, überhaupt der unwirtschaftlichen Verzehrung von Waldprodukten (unfixierte Berechtigungen), durch Verhinderung des landwirtschaftlichen Fortschritts (Streu-, Weideservitut), durch Gefährdung des Waldbestandes und mithin Abschwächung der klimatologischen Waldeinflüsse (Streurecht) usw.

Der Grad der Gefährdung des Waldes durch die Servituten hängt, abgesehen von deren Charakter und Umfang, hauptsächlich mit den Standorts- und Bestockungsverhältnissen zusammen. Ein vollbestockter Wald auf kräftigem Standort und in mildem Klima leidet verhältnismäßig am wenigsten.

5. Allgemeine Rechtsgrundsätze.

a) Das Bestehen einer Servitut muß nachgewiesen werden. Die Freiheit des Eigentums wird präsumiert.

b) Als Grunddienstbarkeit kann eine Waldservitut nur dann bestellt werden, wenn sie für die Benutzung des herrschenden Grundstücks als solchen, nicht bloß dem derzeitigen Eigentümer Vorteil bietet.

c) Die Ausübung muß in jedem Falle eine pflegliche sein. Der Berechtigte hat das Interesse des Waldeigentümers tunlichst zu schonen (civiliter uti). Beschränkt sich die jeweilige Ausübung der Dienstbarkeit auf einen Teil des Waldgrundstücks, so kann der Waldeigentümer die Verlegung der Ausübung auf eine andere, für den Berechtigten ebenso geeignete Stelle verlangen, wenn die Ausübung an der bisherigen Stelle für ihn besonders beschwerlich ist. Die Kosten der Verlegung hat der Waldeigentümer zu tragen und vorzuschießen.

d) Die Ausübung ist in bezug auf Modalität, Zeit usw. auch noch an die allgemeinen forstpolizeilichen Schranken gebunden, welchen sich der Berechtigte, und zwar ohne Entschädigung, auch dann zu fügen hat, wenn die betreffenden Bestimmungen erst nach dem Erwerbe seiner Berechtigung getroffen sein sollten.

e) Erhöht sich das Bedürfnis des herrschenden Grundstücks, so ist es nicht selbstverständlich, daß sich dadurch ohne weiteres auch der Umfang der Waldservitut erweitert. Dies trifft jedenfalls nicht zu, wenn die Erhöhung des Bedürfnisses dadurch entstanden ist, daß das herrschende Grundstück seinen wirtschaftlichen Charakter geändert hat, z. B. ein Acker mit einem Mietshause besetzt worden ist.

f) Im Falle der Unzulänglichkeit des Waldes muß sich der Berechtigte eine (zeitweise) Einschränkung der Nutzung gefallen lassen, vorbehältlich des Entschädigungsanspruchs bei einer durch den Eigentümer verschuldeten Unzulänglichkeit.

g) Bei quantitativ unbestimmten Servituten ist das Mitnutzungsrecht des Eigentümers anzunehmen.

6. Schutzmaßregeln.

Von seiten des Pflichtigen kommen in Betracht:

a) Scharfe Abgrenzung der nicht belasteten von den belasteten Waldteilen oder der mit verschiedenen Dienstbarkeiten belasteten Komplexe voneinander und sorgfältige Erhaltung dieser Berechtigungsgrenzen.

b) Sorge für Eintragung der Waldservituten nach Kategorie, Ausdehnung, Ausübungsmodus und Gegenleistung in die Grundbücher. Außerdem ist eine erschöpfende Darstellung der Waldservituten und aller einschlagenden Verhältnisse in dem betreffenden Taxationswerke niederzulegen.

Diese Beschreibung muß enthalten:

1. den Ursprung der Servitut und — wenn es sein kann — die begründenden Urkunden bzw. Dokumente;
2. die Bezeichnung der berechtigten und belasteten Grundstücke, Häuser oder Personen in so strikter Weise, daß jeder Zweifel ausgeschlossen ist;
3. den Umfang der Servitut (genaue Beschreibung);
4. den Ausübungsmodus, ev. etwaige Beschränkungen der Berechtigten oder Belasteten, namentlich solche, welche von der Regel abweichen;
5. etwaige Gegenleistungen (Forstzins);
6. etwa vorhandene Streit- oder wenigstens noch nicht genügend aufgeklärte Punkte.

c) Sorgfältige Überwachung der Ausübung der Berechtigungen durch das Schutz- und Verwaltungspersonal. Dieses hat streng darauf zu sehen, daß in bezug auf die Ausübung die durch Herkommen oder Vertrag bezeichneten Grenzen nicht überschritten werden. Die rechtmäßige Ausübung darf aber weder verhindert noch erschwert werden, weil sonst leicht Erbitterung erzeugt wird.

d) Hinwirken auf Fixierung, d. h. Umwandlung ungemessener Berechtigungen in gemessene, falls der Belastete zu einem solchen Antrage gesetzlich berechtigt ist.

e) Provokation auf Ablösung, d. h. förmlichen Ankauf der Rechte des Servituteninhabers durch den Waldeigentümer, sobald durch den Fortbestand der Servituten die Waldsubstanz und hiermit das öffentliche Wohl geradezu gefährdet wird. In erster Linie gehören hierher das Streurecht und die Harzscharrgerechtigkeit, dann die Weideservitut und das Gräsereirecht.

Die nähere Betrachtung dieses Gegenstandes bzw. der Grundsätze in bezug auf den Ablösungszwang, die Provokationsbefugnis, das Ablösungsverfahren, die Abfindungsobjekte usw. je nach den einzelnen Servituten muß in die Forstpolizeilehre verwiesen werden.[1])

7. Erlöschung.

Eine Waldservitut erlischt:

a) als Grunddienstbarkeit durch Untergang des herrschenden Grundstücks. Wird dasselbe geteilt, so besteht die Grunddienstbarkeit für die einzelnen Teile fort; die Ausübung ist jedoch im Zweifel nur in der Weise zulässig, daß sie für den Eigentümer des belasteten Grundstücks nicht beschwerlicher wird. Gereicht die Dienstbarkeit nun einem der Teile zum Vorteil, z. B. ein Recht auf Bauholz einem Gebäude,

1) Vgl. über Regulierung und Ablösung der Waldservituten folgende Werke: Pfeil, W.: Über Befreiung der Wälder von Servituten im allgemeinen. Züllichau, 1821. — Hartig, G. L.: Beitrag zur Lehre von Ablösung der Holz-, Streu- und Weidservituten. Berlin, 1829. — Krause, G. F.: Über die Ablösung der Servituten und Gemeinheiten in den Forsten. Mit 2 Tabellen. Gotha, 1833. — Pfeil, W.: Anleitung zur Ablösung der Waldservituten sowie zur Teilung gemeinschaftlicher Wälder usw. 3. Aufl. Berlin, 1854. — Albert, J.: Lehrbuch der Forstservitutenablösung. Würzburg, 1868. — Peyrer, Karl: Die Zusammenlegung der Grundstücke, die Regelung der Gemeingründe und die Ablösung der Forstservituten in Österreich und in Deutschland. Mit 4 Karten. Wien, 1873. — Heiß, Ludwig: Der Wald und die Gesetzgebung. Berlin, 1875. — Danckelmann, Bernhard: Die Ablösung und Regelung der Waldgrundgerechtigkeiten. 2 Tle. Berlin, 1888.

so erlischt sie für die übrigen Teile, die nicht mit Gebäuden besetzt sind. — Als persönliche Dienstbarkeit erlischt die Waldservitut mit dem Tode des Berechtigten.

b) durch Untergang des Waldgrundstücks. Gleich steht die dauernde tatsächliche Unmöglichkeit, auf dem Grundstück die Servitut auszuüben, z. B. weil die Waldbodenkraft vollständig vernichtet, der Holzbestand durch Feuer, Sturm, Insekten gänzlich zerstört ist. Mindestens muß in solchen Fällen die Servitut so lange ruhen, bis die Leistungsfähigkeit des Waldes wiederhergestellt ist. — Wird das dienende Grundstück geteilt, so werden, wenn die Ausübung der Grunddienstbarkeit oder der persönlichen Dienstbarkeit auf einen bestimmten Teil des dienenden Grundstücks beschränkt ist, die Teile, welche außerhalb des Bereichs der Ausübung liegen, von der Dienstbarkeit frei.

c) Durch Aufhebungserklärung des Berechtigten, verbunden mit einer Löschung der Servitut im Grundbuch.

d) Durch usucapio libertatis, wenn auf dem dienenden Grundstück eine Anlage errichtet worden ist, welche die Ausübung der Servitut unmöglich macht, und der Anspruch des Servitutberechtigten auf Beseitigung dieser Anlage verjährt ist.

e) Durch Ablösung nach Maßgabe der verschiedenen in den einzelnen deutschen Staaten erlassenen Ablösungsgesetze.

f) Entsprechend den Bestimmungen des vor dem Inkrafttreten des Bürgerlichen Gesetzbuches in Geltung gewesenen Rechts, wenn die Waldservitut noch unter diesem Recht entstanden und nicht in das Grundbuch eingetragen ist. Die Nichteintragung ist die Regel. In diesem Falle erlischt die Waldservitut namentlich auch durch Vereinigung des Eigentums am dienenden Grundstück und des Servitutenrechts in einer Person und durch längere Nichtausübung (non usus).

Zweites Kapitel.

Im besonderen.

Die Waldservituten lassen sich in folgendes System bringen:

A. Holzgerechtigkeiten.

1. Beholzigungsrecht.
   a) Ungemessenes Beholzigungsrecht
      α) auf Bauholz,
      β) auf Nutz- und Werkholz (heißt auch das Recht auf Werk- und Geschirrholz),
      γ) auf Brennholz.
   b) Gemessenes Beholzigungsrecht
      α) nach Quantum und Sortiment,
      β) nach Quantum, Sortiment und Holzart.
2. Recht auf Weichholz.
3. Recht auf Raff- und Leseholz.
4. Recht auf Gipfel- und Reisholz.
5. Recht auf Stock- und Wurzelholz.
6. Recht auf Bruchholz.

7. Recht auf Ur- und Lagerholz.
8. Recht auf Dürrholz (bzw. Durchforstungsholz).

Die ungemessenen Servituten unter 1a werden durch den Bedarf des Berechtigten begrenzt. Die Servituten 2—8 beziehen sich auf sämtliche anfallenden Sortimente der bezeichneten Art.

B. Nebennutzungsrechte.

1. Recht auf Baumrinde.
2. Harzscharr-Recht (Pechrecht) und Teerschwelereirecht.
3. Recht auf Futterlaub.
4. Recht auf Gras.
5. Waldweiderecht.
6. Buchel- und Eichelleserecht.
7. Mastrecht.
8. Streurecht (Laubrecht, Moosrecht, Recht auf Plaggenhieb usw.).
9. Grubenrecht (Recht auf Steine und Erden).
10. Recht zum Sammeln von Beeren, Wildobst, Haselnüssen, Schwämmen (Trüffelrecht) usw.

C. Sonstige Rechte.

1. Wegegerechtigkeiten.
   a) Recht auf Fußsteige (jus itineris).
   b) Recht auf Fahrwege (jus viae).
   c) Recht auf Viehtriften (jus actus).
2. Wassergerechtigkeiten.
   a) Wasserleitungsrecht (jus aquaeductus).
   b) Wasserschöpfrecht (jus aquaehaustus).
   c) Viehtränkrecht (jus pecoris ad aquam appulsus).
3. Floßrecht (Triftrecht).
4. Recht zum Kohlenbrennen, Holzablagern usw.

Die vorstehenden Waldservituten können sowohl als Grunddienstbarkeiten als auch als persönliche Dienstbarkeiten, z. B. zugunsten einer Gemeinde und ihrer Angehörigen, bestellt werden.

I. Teil.

Holzgerechtigkeiten.

1. Beholzigungsrecht.

Unter dem Beholzigungsrecht im allgemeinen versteht man das Recht, entweder eine gewisse Quote des Holzertrags oder den Holzbedarf für einen gewissen Zweck aus dem Walde eines anderen zu beanspruchen. Ob dieser Anspruch ein unentgeltlicher ist, oder ob eine Gegenleistung stattfindet, ändert nichts am Rechtsbegriffe; beides kommt vor.

Auf welches Sortiment sich das Recht bezieht, ist gewöhnlich in jedem konkreten Falle bestimmt. Man unterscheidet daher weiter zwischen: Bauholz-, Nutz- und Werkholz- und Brennholzberechtigung; jedoch kommt die Servitut hier

und da auch in der allgemeinen Fassung auf „das benötigte Holz" vor. In diesem Falle ist aber in der Regel hierunter nur das Brennholz zu verstehen. Der Forstbehörde steht das Anweisungsrecht zu. Zur Anweisung des Holzes sind mitunter ein für allemal bestimmte Tage angesetzt.

Das gemessene Beholzigungsrecht ist nach Quantum und Sortiment, mitunter auch nach Holzart, festgesetzt. Wenn sich das Beholzigungsrecht auf eine Holzart bezieht, die — sei es wegen ungeeigneten Standorts, sei es aus wirtschaftlichen Gründen — nicht ohne großen Nachteil nachgezogen werden kann, so muß dem Pflichtigen das Recht zustehen, die Umwandlung in eine andere Holzart (oder auch Geldabgabe) zu fordern. Bei nicht bestimmter Holzart muß sich der Berechtigte die Abgabe in der vorherrschenden Holzart gefallen lassen, vorausgesetzt, daß diese für den fraglichen Verwendungszweck geeignet ist.

Das ungemessene Beholzigungsrecht wird durch den Bedarf des berechtigten Grundstücks bzw. Hauses beschränkt. Die Grenze des Rechtes liegt also in der „necessitas et utilitas praedii dominantis". Wenn das Recht als Personalservitut vorkommt, so tritt an die Stelle des praedium die betreffende beliehene Person.

Der Belastete muß seinen Wald stets so bewirtschaften, daß die festgesetzte Holzabgabe erfolgen kann. Das Beholzigungsrecht an sich kann weder den regelmäßigen Forstbetrieb, noch dessen Nachhaltigkeit beeinträchtigten; jedoch ist das Recht auf gewisse Sortimente und Holzarten besonders lästig für den Waldeigentümer, da ihm dann die Wahl der letzteren nicht mehr freisteht.

Der Berechtigte darf sein Holz nicht verkaufen, sondern muß es zu dem Zwecke verwenden, zu welchem die Abgabe erfolgt ist.

Diese Grundsätze gelten für alle Formen, in welchen das Beholzigungsrecht auftritt; welche Modifikationen je nach den speziellen Beholzigungsrechten noch hinzukommen, ergibt sich aus dem Folgenden.

a) Bauholzberechtigung.

Diese ist immer durch die Zahl, Beschaffenheit und Größe der Gebäude bestimmt, worüber besondere Bücher (Gerechtigkeitskataster) vorliegen, und kann nur auf solche Gebäude Bezug haben, welche zur Zeit der Rechtsverleihung bereits vorhanden waren. Der Begriff „Bauholz" muß festgestellt sein. In der Regel gehört hierzu nur das Holz, welches der Zimmermann verarbeitet, und zwar bis zum Richten des Hauses. In einigen Ländern (Preußen) wird aber auch das zur inneren Auskleidung der Wohnräume erforderliche Holz (Stubendielen, Türen, Fensterbekleidung usw.) mit zum Bauholze gerechnet.

Der Bauholzberechtigte muß seine Ansprüche auf Holz zu Neubauten oder Reparaturen in jedem einzelnen Falle durch Bauholzanschläge und Baurisse, welche von Technikern anzufertigen sind, genau begründen und das empfangene Holz binnen einer bestimmten Frist dem bezeichneten Zwecke gemäß verwenden. Bei Neubauten müssen die Dimensionen streng eingehalten und selbstverständlich alle baupolizeilichen Vorschriften befolgt werden; das von dem früheren Gebäude her etwa noch vorhandene brauchbare Holz ist hierbei mit zu verwenden bzw. in Anrechnung zu bringen. In der Regel findet eine Gegenleistung von mindestens dem Haulohnbetrage statt. Die forstliche Dienstführung wird durch Bauholzberechtigungen sehr erschwert (Prü-

fung der Bauholzanschläge, Anweisung, Abgabe und Buchung der Hölzer, Kontrollierung der Verwendung, Evidenthaltung der Gerechtigkeitskataster usw.).

Für größere, mit Bauholzabgaben belastete Waldkomplexe (Staats- bzw. Domänenwälder) empfiehlt sich die Annahme und Verpflichtung besonderer Techniker, je nach Ämtern oder Kreisen, zur Fertigung der jährlichen Anschläge über den Bedarf der berechtigten Gebäude zu Neubauten oder Reparaturen, je nach Ortschaften. Überläßt man diese Aufstellung beliebigen Zimmermeistern, so ereignen sich viele Unterschleife; mitunter ist dies leider auch bei verpflichteten Technikern der Fall. Der häufigste Betrug besteht darin, daß der Zimmermann dem Berechtigten stärkere Hölzer, als nötig ist, vorschreibt, diese aber für sich behält und dem Berechtigten schwächeres Holz aus seinen Lagervorräten zum Bau liefert, dafür aber die Arbeit ganz oder wenigstens zum Teil umsonst leistet. In diesem Falle haben beide Interessenten Vorteile; nur der Waldeigentümer ist der Betrogene. Dieses Beispiel beweist zugleich schlagend, wie notwendig es ist, daß sich der Forstmann einige Kenntnisse im Baufach aneigne. Wie will' er die Prüfung eines vom Zimmermann aufgestellten Bauholzanschlags in technischer Hinsicht übernehmen, wenn ihm solche Kenntnisse gänzlich mangeln, vielleicht sogar die Begriffe: Wandrahmen, Brustschwelle, Kehlbalken usw. fremd sind?

b) Nutz- und Werkholzberechtigung.

Dieses Recht kommt als gemessenes und ungemessenes vor. Die Begriffe „Nutz- und Werkholz" müssen in jedem Falle feststehen. Unter Nutzholz wird gewöhnlich das kleine Ökonomieholz verstanden, unter Werkholz dasjenige Holz, welches in den gewöhnlichen Werkstätten der Handwerker (Wagner usw.) verarbeitet wird (Geschirrholz). Bei unbestimmtem Recht ist der Bedarf nach den zur Zeit der Servitutentstehung auf dem berechtigten Gute vorhandenen Betrieben (Hopfenzucht, Weinbau usw.) zu beurteilen.

Der Berechtigte kann ferner nicht Holz der besten Qualität beanspruchen, sondern muß, je nach Verhältnis des Sortenanfalls auf den regelmäßigen Holzschlägen, auch geringere Hölzer mit annehmen. Die ungemessene Nutz- und Werkholzberechtigung führt häufig zu Kollisionen zwischen beiden Interessenten, da hierbei das Holzquantum von der dem Handwerksbetriebe gegebenen Ausdehnung abhängt, wodurch der Belastete empfindlich geschädigt werden kann.

Im allgemeinen kommt diese Servitut selten vor.

c) Brennholzberechtigung.

Auch die Brennholzberechtigung tritt als bestimmte und unbestimmte auf. In bezug auf letztere gilt die für das Nutzholzrecht angegebene Beschränkung, d. h. die Abgabe setzt sich nach dem Verhältnisse des Sortimentenanfalls der Schläge (Scheit- Prügel-, Reis- und Stockholz) zusammen. Das nicht fixierte Recht auf Brennholz bezieht sich überdies nur auf dasjenige Holz, welches für den gewöhnlichen Wirtschaftsbedarf erforderlich ist und auf dem berechtigten Gute selbst zur Feuerung gelangt (zur Stubenheizung, zum Kochen, Backen, Waschen, Bleichen, Obstdörren usw.). Der Bedarf zum Betriebe gewerblicher Anlagen (z. B. Branntweinbrennerei, Essigsiederei usw.) fällt nicht mit unter diese Servitut. Die Holzfällung geht zwar in der Regel von dem Forstbeamten aus; jedoch kommt auch die Aufarbeitung durch die Berechtigten vor.

Wird der belastete Wald von Unglücksfällen (Sturm, Insektenfraß) getroffen, die zu einem Mehreinschlage nötigen, so kann die Vorausverabfolgung des Rechtholzes alsbald für mehrere Jahre erfolgen; jedoch hat der Berechtigte keinen Anspruch hierauf.

Durch umfangreiche Brennholzberechtigungen wird unter Umständen das Nutzholzprozent verringert. Dies ist dann der Fall, wenn zur Befriedigung der wirklichen Brennholzbedürfnisse Nutzholzstämme zu Brennholz aufgearbeitet werden müssen.

2. Recht auf Weichholz.

Die Ausdehnung dieses Rechtes hängt von der Auslegung des Begriffes „Weichholz"[1]) ab. Man versteht hierunter die weichen Holzarten, auf welche die Wirtschaft nicht gerichtet ist, die also nur in untergeordneter Menge auftreten und bei rationeller Forstwirtschaft überhaupt nicht überhand nehmen dürfen. Gewöhnlich gehören hierher: Aspen, sonstige Pappel-Arten, die Waldweiden (Sahl-, Werft-, Haarweide usw.), Linden, Haseln, sonstige Sträucher (Dornen), zuweilen auch Erlen und Birken, selbst Kiefern, die in Laubholzbeständen den Nebenbestand bilden und sonst bei den Reinigungshieben entfernt werden.

Die Ausübung des Rechtes muß pfleglich geschehen. Die betreffenden Bestände müssen ein solches Alter erreicht haben, daß ihnen der Aushieb des Weichholzes nicht mehr schaden kann. Der Bestandsschluß darf hierbei nicht unterbrochen werden; größere Horste von Weichholz in Buchenhegen oder Niederwaldungen dürfen daher nicht radikal ausgehauen werden. Außerdem ist der Hieb auf gewisse Monate zu beschränken und während dieser Zeit strenge Aufsicht zu führen. Unter diesen Beschränkungen wird der Forstbetrieb durch diese Servitut im allgemeinen wenig geschädigt, da hierdurch für den Waldeigentümer keine Verpflichtung begründet wird, den Wuchs der Weichhölzer zu befördern, und da deren Aushieb den Grundsätzen einer guten Wirtschaft entspricht. Eine Unannehmlichkeit für den Waldeigentümer liegt aber darin, daß er z. B. Birken, deren Einsprengung in den Buchenhochwald den Nutzholzertrag steigern würde, nicht mit hoch ziehen kann.

3. Recht auf Raff- oder Leseholz.

Der Begriff Raff- oder Leseholz (vgl. hierzu S. 29) muß, da er verschieden gefaßt wird, örtlich festgestellt werden. Hier und da wird sogar das Stock- und Wurzelholz mit zum Leseholz gerechnet.

Hauende und schneidende Werkzeuge sind überall ausgeschlossen; fehlerhafterweise wird jedoch der hölzerne Reishaken mitunter nachgesehen. Bei geringer Leseholzmenge im belasteten Walde können die Berechtigten anderes Holz als Ersatz hierfür nicht beanspruchen. Der Verkauf des gesammelten Holzes ist, da die Servitut nur dem eigenen Bedarfe zu dienen hat, unzuläßig.

Innerhalb forstordnungsmäßiger Grenzen ist diese Nutzung im allgemeinen von geringem Nachteil.

4. Recht auf Gipfel- und Reisholz.

Diese Servitut erstreckt sich gewöhnlich nur auf sämtliches in den Holzschlägen anfallende Reisholz und das Gipfelholz bis zu einer gewissen Stärke (gewöhnlich bis zu der Stelle, an welcher der Holzhauer den Stamm regelrecht entgipfelt). Die Aneignung durch die Berechtigten darf erst geschehen, nachdem die

---

1) Die französische Ordonnanz von 1669 und der Code forestier nennen das Weichholz „bois-blanc", das Raff- und Leseholz „bois-mort, sec et gisant".

Abtrennung durch die Holzhauer erfolgt ist. Bei starkem Andrange der Bevölkerung erwachsen hierdurch leicht allerlei Unzuträglichkeiten.

Ein wesentlicher Nachteil für den Pflichtigen ist mit diesem Rechte nicht verknüpft; nur wird er den Nieder- oder Mittelwaldbetrieb nicht einführen dürfen, wenn er nicht den Holzertrag zum großen Teile dem Berechtigten überlassen will.

Anders liegt die Sache, wenn in der Servitut zugleich auch die Befugnis zum Schneiteln' stehender Stämme mit inbegriffen ist, weil hierdurch den Beständen erheblicher Nachteil zugefügt werden kann. In diesem Falle darf das Recht nur außer der Saftzeit und in den von dem Waldeigentümer angewiesenen Distrikten (haubaren Beständen), ferner auch nur bis zu einer gewissen Baumhöhe ausgeübt werden. Als eine besondere Form dieses Rechtes ist das in Mittelwaldungen nicht seltene Recht auf Besenreisschneiden (an Birken) anzusehen.

5. Recht auf Stock- und Wurzelholz.

Von diesem Rechte kann der Natur der Sache nach nur in Hochwaldungen die Rede sein. Ein Übergang zum Nieder- oder Mittelwaldbetriebe von seiten des belasteten Waldeigentümers ist mithin, wo diese Servitut besteht, ausgeschlossen.

Wenn hinsichtlich der Stocklänge nicht bestimmte Vorschriften bestehen, so kann der Pflichtige die Stämme möglichst tief abschneiden.

Überall dort, wo mit der Rechtsausübung besondere Gefahren verknüpft sein würden, z. B. in dicht besamten Schlägen, an steilen, dem Abrutschen oder Abschwemmen ausgesetzten Hängen, auf Flugsand usw. muß die Nutzung ruhen. Mitunter besteht für den Rechtsinhaber die Verpflichtung, die Stocklöcher wieder einzuebnen, wohl auch die, sie zu besäen oder zu bepflanzen. Die Ausübung ist ferner hier und da auf gewisse Monate, Tage, sogar Tageszeiten beschränkt.

6. Recht auf Bruchholz.

Das Recht begreift entweder alles Bruchholz, abgesehen von der bewirkenden Ursache, oder bloß einzelne Kategorien von Bruchholz (Wind-, Schnee-, Duft- und Eisbruchholz). Im letzteren Falle entstehen leicht Kollisionen, da die Bestimmung der ursprünglichen Ursache beim Zusammenwirken von Schnee, Sturm usw. oft schwierig ist.

Ein interessanter Rechtsstreit knüpfte sich an einen im Jahre 1858 im Forste Winterhauch an der Nahe stattgehabten Eis-, Duft- und Schneebruch, worüber auseinandergehende Gutachten von Grunert[1]), Bonhausen[2]) und einem Anonymus[3]) abgegeben wurden.

Das Recht bezieht sich nach der gewöhnlichen Annahme nur auf das wirklich gebrochene Holz, nicht auf die gebogenen, geschobenen, an anderen Stämmen hängen gebliebenen oder zu Boden gedrückten Stämme, welche zum Fortwachsen befähigt sind. Auch die im Boden befindlichen Stammteile, z. B. die noch stehenden Bruchstümpfe mit den Wurzeln, sind im Bruchholze nicht mit inbegriffen. Die Berechtigung bezieht sich ferner nur auf einzelne Stämme (zum eigenen Bedarf), unter Umständen mit der Beschränkung auf eine gewisse Maximalstärke, in keinem Falle auf ganze niedergebrochene Bestände, weil ja sonst der Holzbestand eines gan-

1) Forstl. Bl. 7. Hft. 1864, 153; 9. Hft. 1865, 160. — 2) Allg. F. u. J.-Ztg. 1864, 285; 1865, 211. — 3) Das. 1865, 178.

zen Waldes zum Rechtholz werden könnte. Die Anwendung von Werkzeugen zur Zerkleinerung kann den Berechtigten nicht versagt werden.

Das bloße Windfallrecht ist beschränkter, indem es sich nur auf Windfälle (nicht auch auf Windbrüche) bezieht. Ein besonderer forstwirtschaftlicher Nachteil ist mit dieser Servitut nicht verknüpft.

7. Recht auf Ur- und Lagerholz.

Unter Ur- und Lagerholz versteht man die im Walde infolge hohen Alters von selbst umgestürzten, unbenutzt lagernden und daher bereits in verschiedenem Zersetzungsgrad begriffenen, zum Teil sogar schon faul gewordenen Stämme.

Bei der heutigen intensiven Forstwirtschaft ist das Lagerholzrecht ziemlich gegenstandslos; es gibt jedoch hier und da noch Waldungen, in denen tatsächlich noch Stämme im Walde verfaulen.[1])

8. Recht auf Dürrholz.

Diese Servitut bezieht sich auf Stangen bzw. Stämme, die auf natürlichem Wege auf dem Stocke dürr geworden sind, nicht auch auf solche, deren Absterben eine Folge menschlicher Beschädigungen ist. Das Recht führt, abgesehen von der schwierigen und umständlichen Kontrolle, leicht zu Kollisionen zwischen dem Berechtigten und dem Pflichtigen, indem letzterer bestrebt sein wird, die unterdrückten bzw. der Unterdrückung nahen Stangen vor dem Dürrwerden zu entfernen. In diesem Falle wird aber der Berechtigte geschmälert und wird sich durch Übergriffe schadlos zu halten suchen. Am besten wird Streitigkeiten dadurch vorgebeugt, daß man sich über das Alter einigt, von welchem ab der Waldeigentümer Durchforstungen einlegen darf.[2])

Ausgeschlossen ist der Berechtigte von der Nutzung des Holzes, welches infolge von Naturereignissen (Sturm, Feuer, Insektenfraß) trocken geworden ist, weil nicht unterstellt werden kann, daß der Eigentümer des Waldes durch Einräumung dieser Servitut auf die Benutzung ganzer Bestände hat verzichten wollen, und weil der Berechtigte nicht mehr als seinen jährlichen Bedarf aus dem Walde entnehmen soll.

II. Teil.

Nebennutzungsrechte.

1. Recht auf Baumrinde.

Die Berechtigung auf Baumrinde erstreckt sich auf diejenigen Holzarten, deren Rinde Verwendung als Gerbmaterial findet (besonders Eiche, auch Fichte, Lärche, Birke, Weiden). Selbstverständlich kann hierbei nur die Rinde der in den regelmäßigen Holzschlägen anfallenden Stämme, deren Fällung gewöhnlich den Holzhauern obliegt, in Betracht kommen. Das Recht ist entweder nach Rindenquantum oder Stammzahl bestimmt, oder es wird durch den Bedarf des Berechtigten begrenzt; es

---

1) Z. B. in den Fürstlich Schwarzenbergschen Revieren Salnau, Neuthal, Tusset und Schattawa. Vgl. den Bericht von Heß über eine Reise durch Sachsen nach Böhmen (Allg. F. u. J.-Ztg. 1870, 87 u. f.).

2) In den fiskalischen Buchenbeständen des Spessart darf z. B. nicht vor dem 60. Jahre durchforstet werden.

kommt im allgemeinen selten vor. Der Eigentümer wird hierdurch zur Saftfällung genötigt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse in bezug auf das noch seltener vorkommende Recht auf Lindenbast.

2. Recht auf Harz und Teer.

Das Harzscharr-Recht hat das aus den Lachen der Fichte (Deutschland) oder Schwarzkiefer (Österreich) austretende Harz zum Gegenstand. Es kann nach Zahl und Stärke der anzulachenden Stämme, sowie in bezug auf Menge und Dimensionen der je an einem Stamme anzubringenden Lachen bestimmt sein oder nicht. In jedem Falle darf aber die Ausübung nur in den von dem Eigentümer hierzu angewiesenen Distrikten (nahezu haubaren Beständen), unter Einhaltung einer gewissen Scharrzeit, erfolgen. Da das Harz nicht zum eigenen Bedarfe, sondern als Handelsartikel gesammelt wird, kann von einer Begrenzung durch den Waldeigentümer, bzw. von einem Verbote des Verkaufs keine Rede sein.

Diese Servitut gehört mit zu den allerschädlichsten, weil die Harzung, zumal bei der Fichte, einen Zuwachsverlust hervorruft und die Nutzholzausbeute verringert (Auftreibung des unteren Stammteils, Rotfäule, sekundär Bruch- und Insektenschaden).

Die Teerschwelereigerechtigkeit umfaßt die Befugnis zur Nutzung der nach der Fällung im Boden verbliebenen Kiefernstöcke in bestimmten Distrikten zur Gewinnung von Kienholz und Teergewinnung hieraus. Da der Berechtigte die Rodung zur Vermehrung des Kiengehalts gern hinausschieben bzw. unter Umständen erst nach erfolgter Kultur des Schlages vornehmen wird, muß er dazu angehalten werden, die bei der Rodung etwa beschädigten Pflanzen durch neue zu ersetzen.

Die Tatsache der Vermehrung des Kiengehalts in den Kiefernstöcken, die mehrere Jahre im Boden verbleiben, erklärt sich aus der noch längere Zeit nach der Fällung fortdauernden Lebenstätigkeit derselben. Die Wurzeln nehmen noch Bodenwasser, bzw. mineralische Nährstoffe auf; die zum Stocke aufsteigende Saftflüssigkeit ist harzführend. Das Wasser und die flüchtigen Öle verdunsten an der freigelegten Hirnfläche, während sich das nicht verdunstbare Harz in den Zellen des Holzes ablagert.

3. Recht auf Futterlaub.

Das Futterlaubrecht schließt die Befugnis zum Laubstreifeln an den bereits gefällten oder zur Fällung bestimmten Beständen zum Zwecke der Fütterung des eigenen Viehes in sich. Am häufigsten kommt es in Nieder- und Mittelwaldungen vor. Werkzeuge sind hierbei ausgeschlossen; auch das Abbrechen von Zweigen ist unstatthaft. Wenn der notwendige Futterlaubbedarf aus den regulären Schlägen nicht gedeckt werden kann, so sind Bestände mit der Erlaubnis zum Abstreifen des Laubes, soweit dasselbe vom Boden aus mit den Händen erreichbar ist, anzuweisen (aber erst im Spätsommer). Der Verkauf des gesammelten Futterlaubes ist ausgeschlossen.

4. Recht auf Gras.

Die Gräsereigerechtigkeit unterliegt aus forstpfleglichen Gründen nach Ort, Zeit und Art der Ausübung gewissen Beschränkungen, die jeweils durch Urkunde, Gesetz oder Herkommen geregelt sind. Sie tritt besonders in Nieder- oder Mittelwaldungen auf, wo meistens eine üppige Grasvegetation sich vorfindet. In der Regel

darf sie erst von einem gewissen Alter der Schonungen ab beginnen, wobei sich die Schonzeiten nach den Betriebs- und Holzarten zu richten haben. Sie muß ferner auf bestimmte Tage (Grastage) beschränkt bleiben und ist gewöhnlich nur durch Rupfen des Grases auszuüben; mitunter ist die Anwendung eines Werkzeugs (Messer, Sichel) gestattet. Wie bei dem vorigen Rechte wird die Ausübung durch den Futterbedarf des eigenen Viehes begrenzt. Die Weidebefugnis ist hierin nicht mit inbegriffen.

Die Schädlichkeit der Ausübung dieses Rechtes hängt mit den Standorts- und Bestockungsverhältnissen zusammen. Auf dem frischen kräftigen Boden der Auewaldungen ist dieses Recht, ordnungsmäßige Überwachung vorausgesetzt, nur wenig schädlich. Auf nur mittelguten oder geringen Böden findet aber infolge dieser Servitut eine bedenkliche Schwächung der Waldbodenkraft statt, da dem Boden im Graswuchse beträchtliche Quantitäten mineralischer Nährstoffe entzogen werden.

5. Waldweiderecht.

Dieses Recht begreift die Befugnis des Servitutars, das eigene Weidevieh in einen fremden Wald zum Zwecke der Abweidung der daselbst wachsenden Gräser und Futterkräuter eintreiben zu dürfen. Das Weiderecht ist nicht überall auf die Befugnis beschränkt, nur das eigene Vieh in den Wald treiben zu dürfen. In Obersteiermark z. B. ist dem Berechtigten gestattet, auch fremdes Vieh (Aufnahmsvieh) mit in den pflichtigen Wald einzutreiben. Das Gräsereirecht ist hierin nicht mit inbegriffen. Im Interesse der Forstkultur muß dieses Recht, welches sehr schädliche Folgen haben kann, in bezug auf Ort, Zeit, Viehgattung, Stückzahl und Ausübungsmodus gewissen Beschränkungen unterliegen, welche sich aus dem früher bei der Weidenutzung (vgl. Bd. I S. 11ff.) Gesagten ergeben.

Der Waldeigentümer darf gewisse Distrikte in Schonung legen; er darf jedoch Kulturveränderungen[1]), durch welche das Weiderecht geschmälert werden würde, nicht vornehmen.

Viehgattung und Stückzahl sind entweder bestimmt oder unbestimmt. Bei unbestimmter Viehgattung wird angenommen, daß der Eintrieb von besonders nachteiligen Tieren (Ziegen, Schafe) ausgeschlossen sei. Ist die Stückzahl bestimmt (Ausnahme), so wird das noch saugende Jungvieh nicht mitgezählt. Ist hingegen die Stückzahl unbestimmt (Regel), so darf nur soviel Weidevieh der berechtigten Gattung in den belasteten Wald getrieben werden, als mit dem auf dem berechtigten Gute gewonnenen Futter durchgewintert werden kann. Bei diesem Maßstab muß jedoch der Futterbedarf des übrigen zur Landwirtschaft gehörigen Viehs in Abrechnung gebracht werden. Handelsvieh darf nicht mit an der Weide teilnehmen. Einzelhut ist unzulässig. Der Berechtigte hat einen Hirten anzunehmen und ist für dessen Handlungen verantwortlich. Das Vieh darf nicht beliebig, sondern muß auf bestimmten,

1) Über die Frage, inwieweit der Forstherr durch fremde Weiderechte in der Forstkultur beschränkt werde, und inwieweit er namentlich zu Kulturveränderungen, z. B. Nadelholzanpflanzungen, den Berechtigten gegenüber befugt sei, liegen zwei Entscheidungen des Oberappellationsgerichts zu Göttingen vor, in welchen als maßgebender Gesichtspunkt bezeichnet wird, daß bei Gerechtigkeiten dieser Art im Zweifel das Bedürfnis des praedii dominantis die bestimmende Grenze abgebe (Jahrbücher der deutschen Rechtswissenschaft von Schletter, 2. Heft, 1869, 97).

von der Forstbehörde anzuweisenden Wegen zur Weide und wieder nach Hause getrieben werden.

Die Unterhaltung der Triften und Tränken ist Sache des Berechtigten. Eine Verpflichtung zur Einfriedigung der Schonungen besteht für den Eigentümer nicht; jedoch wird deren Herstellung seinem Interesse entsprechen und manchen Verdrießlichkeiten vorbeugen.

Das Recht der Mitweide (jus compascendi) des Eigentümers wird überall als selbstverständlich angenommen, insofern nicht ausdrücklich das Gegenteil festgestellt ist. Jedoch darf der Waldeigentümer sein Vieh in solche Schonungen, welche er dem Berechtigten vorenthält, auch nicht eintreiben.

Das jus compascendi ist eine besondere Art der Koppelhut, d. h. der gemeinschaftlichen Hut mehrerer auf einem oder auf mehreren Grundstücken. Diese kann nämlich in folgenden Formen auftreten:

1. jus compascendi, wenn der Eigentümer und der Servitutberechtigte zugleich auf dem Grundstücke des ersteren weiden lassen dürfen;

2. jus compascui, d. i. die Konkurrenz mehrerer Servitutberechtigter auf dem Grundstück eines dritten;

3. jus compasculationis, d. i. die Konkurrenz mehrerer als Gemeindemitglieder zur Weide Berechtigter auf Gemeindegrundstücken;

4. jus compasculationis reciprocum, d. i. die gegenseitige Weideberechtigung mehrerer auf ihren verschiedenen Grundstücken.

Im allgemeinen hat die Weideberechtigung wegen der Veränderung des ganzen landwirtschaftlichen Betriebes gegen früher an Wert verloren, zumal in kultivierten Gegenden und bei großer Entfernung der Waldungen von den Standorten. Sie ist außerdem in einem großen Teile Deutschlands durch Ablösung beseitigt. In vielen Gegenden von Österreich spielt aber diese Servitut noch eine bedeutende Rolle.

6. Buchel- und Eichelleserecht.

Der Begriff ergibt sich aus der Überschrift. Die Befugnis zum Sammeln anderer Baumfrüchte ist beim „Eckerrecht" (wie dieses Recht auch genannt wird) ausgeschlossen. Die Gewinnung darf nur in den angewiesenen Distrikten, ev. an gewissen Tagen erfolgen; ferner sind die Berechtigten für die dem Holze hierbei zugefügten Beschädigungen verantwortlich. Das Abschlagen der Eckern oder die Benutzung eiserner Rechen ist unzulässig. Die Nutzung beschränkt sich auf den Hausbedarf des Berechtigten. Bei Sprengmast ruht die Gerechtsame gewöhnlich; auch können solche Distrikte, deren Fruchternte zur Selbstbesamung erforderlich ist, eingehegt werden. Das Mastrecht ist in dieser Servitut nicht mit inbegriffen.

Schaden ist mit der Ausübung dieses Rechtes wohl kaum verknüpft.

7. Mastrecht.

Die Befugnis zum Eintrieb von Schweinen in die Waldung eines dritten zum Zwecke ihrer Feistmachung durch die auf dem Boden liegenden Eicheln und Bucheckern usw. ist, ebenso wie die Weide, in bezug auf Mastorte, Mastzeit, Stückzahl usw. gewissen Beschränkungen unterworfen, deren Grad hauptsächlich von der Reichhaltigkeit der Mast bedingt wird. Das Eckerrecht ist hierin nicht mit inbegriffen.

Die Schätzung der Mast in einem Mastjahre muß durch Sachverständige, unter Zuziehung der Interessenten, erfolgen; nach dem Ergebnis der Schätzung wird die

Stückzahl der einzutreibenden Schweine bestimmt. Bei Fasel-, Spreng- oder Laufmast ruht das Recht ganz, jedoch wird in diesem Falle dem Berechtigten das Auflesen der Bucheckern, Eicheln usw. gestattet. Der Berechtigte darf nur seine eigenen Schweine im fremden Walde feisten, kein Handelsvieh.

Dem Waldeigentümer steht das Recht der Mitmast zu.

Diese Servitut ist wenig schädlich und überdies heutzutage nur noch selten, da die vorteilhafte Stallmästung in der Landwirtschaft schon seit langer Zeit zur Regel geworden ist.

8. Streurecht.

Das Streurecht tritt als gemessenes oder ungemessenes und zwar meist in besonderen Formen auf, z. B. als Rechstreurecht (Laub und Moos), Recht auf Unkrautstreu (mitunter im Rechstreurecht inbegriffen), Aststreurecht und als Recht auf Plaggenhieb, worunter die Befugnis zum vollständigen Abschälen des Rasens bis zum Mineralboden zu verstehen ist. Das ungemessene Streurecht ist durch den Bedarf des berechtigten Grundstücks begrenzt, wobei überdies die daselbst erzeugte Strohmenge mit in Ansatz zu kommen hat. Selbstverständlich kann aber dieser Bedarf niemals bis zum ganzen Streuvorrate des Waldes ausgedehnt werden.

Die erforderlichen Einschränkungen in bezug auf Örtlichkeiten, Zeit und Art der Ausübung ergeben sich aus früherem (vgl. S. 27). Der Plaggenhieb darf keinesfalls in der Umgebung der Bäume ausgeübt werden, weil hierdurch eine Entblößung der Wurzeln stattfinden würde.

Die außerordentliche Schädlichkeit dieser am Marke des Waldes zehrenden und leicht zur Devastierung desselben führenden Servitut gebietet deren Ablösung auf das dringendste.

9. Grubenrecht.

Die Befugnis zur Entnahme von gewissen Steinen oder Erden aus einem fremden Walde erstreckt sich nur auf angewiesene Örtlichkeiten, deren Abbau unter Schonung der Holzbestände und Wege zu erfolgen hat. Die zum Ablagern des Schuttes angewiesenen Plätze und zur Abfuhr bestimmten Wege müssen eingehalten werden.

Ein nennenswerter Schaden ist mit diesem Rechte bei ordnungsmäßigem Betriebe nicht verknüpft.

10. Recht zum Sammeln von Beeren usw.

Diese Servitut tritt immer als unbestimmte auf; von einer Beschränkung durch den Bedarf kann hierbei keine Rede sein, da die betreffenden kleinen Waldnutzungsobjekte stets den Gegenstand des Verkaufes bilden. Mit Ausnahme des Trüffelgrabens ist die Servitut durchaus unschädlich und nur aus allgemeinen polizeilichen Rücksichten gewissen Beschränkungen (Festsetzung des Anfangstermins des Sammelns, gewisser Tage ev. Tageszeiten) zu unterwerfen.

Die Trüffelsuche, zu welcher bestimmte Hunde (eine Art Pudelrasse) verwendet werden, darf weder in Schlägen, noch an sonstigen mit jungen Pflanzen besetzten Stellen ausgeübt werden.

Zusatz.

Das Jagdrecht, d. h. das Recht zum Verfolgen und Erlegen des Wildes auf fremdem Grund und Boden in weidmännischer Art, ist als dingliches Recht durch die neuere Gesetzgebung aufgehoben worden, ebenso die Wildfolge. Prinzipiell ist das Jagdrecht wieder mit dem Grundeigentume verknüpft; die eigene Ausübung der Jagd wird jedoch überall von einer gewissen Flächengröße bedingt. Die kleineren Grundstücke einer Gemarkung bilden einen gemeinschaftlichen Jagdbezirk; die Jagd auf diesem wird regelmäßig durch die Gemeindebehörde meistbietend verpachtet.

Das Fischereirecht, d. h. das Recht zum Fischen in fremden Gewässern, gehört im allgemeinen zu den seltenen Servituten.

Das Zeidelweiderecht, d. h. das Recht, die Bienen in einen fremden Wald zu bringen, damit sie daselbst Honig und Wachs sammeln, kommt noch seltener vor.

III. Teil.

Sonstige Rechte.

1. Wegegerechtigkeiten.

Hierher gehören nach deutschem Rechte:

a) Das Recht auf Fuß- (Gang-) und Reitsteige. Diese Servitut ist ohne hindernde Bedeutung.

b) Die Fahrgerechtigkeit. Das Recht zum Viehtrieb ist hierin nicht mit inbegriffen.

c) Die Triftgerechtigkeit, d. h. das Recht, Vieh über das Grundstück eines dritten zu treiben. Das Recht zum Befahren des Grundstücks ist hieraus nicht abzuleiten.

Die Römer unterschieden zwischen iter, actus und via.

Iter oder jus itineris bedeutet das Recht, über das dienende Grundstück zu gehen (jus eundi, ambulandi), in der Regel auch das Recht, darüber zu reiten und sich in einer Sänfte tragen zu lassen. Diesem entspricht das obige Recht unter a.

Actus oder jus actus ist das Recht, über ein fremdes Grundstück zu gehen, zu reiten, zu fahren oder Vieh zu treiben (jus agendi vel vehiculum vel jumentum). Wer den actus besaß, hatte also zugleich das jus itineris. Die deutsche Triftgerechtigkeit (s. oben unter c) ist hiernach dem römischen actus keineswegs gleichbedeutend.

Via oder jus viae endlich begreift iter et actus in sich und außerdem noch das Recht, Steine und Balken über das pflichtige Grundstück zu schleifen, sowie mit hochbeladenem Wagen darüber zu fahren (jus eundi, agendi et iter et actum in se continens et hastam rectam ferendi). Auch hier zeigen sich also Abweichungen von der heutigen Fahrgerechtigkeit (s. oben unter b).

Hinsichtlich der obigen Wegegerechtigkeiten kommt besonders die Breite des Weges bzw. der Trift in Betracht. Wenn eine Übereinkunft nicht vorliegt, auch kein unvordenklicher Besitzstand erwiesen ist, so muß diese Breite durch Sachverständige bestimmt werden. Hierbei gilt im allgemeinen der Grundsatz, die Breite dem nötigen Gebrauch und den lokalen Umständen entsprechend festzusetzen. Beim Triftrechte gibt die Größe der Herde den Ausschlag. Manche Gesetzgebungen haben bestimmte Normen hinsichtlich dieser Breite festgestellt.

So bestimmt z. B. das preußische Landrecht 3′ für den Fußsteig, 4′ für den Reitsteig, 8′ für den Fahrweg (in den Biegungen 16′) und 16—24′ für die Viehtrift.

Das badische Forstgesetz setzt 3′ für den Fußsteig, 12—16′ für den Fahrweg und 16—20′ für die Viehtrift fest.

Nach dem sächsischen Bürgerl. Gesetzb. soll der Fußweg eine Breite von 8′, der Fahrweg eine solche von 8′ haben.

Das österreichische Forstgesetz und der Code Napoléon enthalten keine bestimmten Zahlennormen.

G. L. Hartig verlangt als Triftbreite 6—11 m; H. Burckhardt empfiehlt eine solche bis 14 m.

Eine Trift von nur der gesetzlichen Breite darf nicht mit hochstämmigem Holze bepflanzt werden. Auf dem hierüber hinausgehenden Anteil ist zwar die Bepflanzung zulässig; jedoch hat der Triftberechtigte keinen Schadenersatz für die diesen Bäumen durch das Triftvieh etwa zugefügten Benachteiligungen (durch Verbiß, Überreiten usw.) zu leisten.

Da im Triftrechte nicht auch zugleich die Weidebefugnis liegt, so muß der Berechtigte allen durch Abweiden in dem belasteten Wald entstandenen Schaden ersetzen und außerdem die Triftwege unterhalten. Eine Verpflichtung für den belasteten Waldeigentümer zum Schutze der anliegenden Schonungen, etwa durch Gräben oder Zäune, besteht gesetzlich nicht, kann aber besonders ausgesprochen sein. Alsdann hat der Triftberechtigte ein Recht auf Erhaltung dieses Zustandes, weil hierdurch seine Stellung erleichtert wird.

2. Wassergerechtigkeiten.

Unter dieser Bezeichnung faßt man die nachstehenden drei Rechte zusammen:

a) Das Wasserleitungsrecht, d. i. das Recht, Wasser aus dem dienenden Grundstück oder über dasselbe herzuleiten. Wenn die Wasserleitung in jeder Jahreszeit benutzt werden darf, so spricht man von aqua quotidiana, wenn nur im Sommer, von aqua aestiva. Die Anlage und Unterhaltung der hierzu nötigen Rinnen ist Sache des Berechtigten.

b) Das Wasserschöpfrecht, d. i. das Recht, aus der Quelle oder dem Brunnen eines dritten zu schöpfen.

c) Das Viehtränkrecht, d. i. das Recht, sein Vieh auf das dienende Grundstück zur Tränke zu führen. Die Herstellung und Erhaltung der Tränktröge ist Sache des Rechtsinhabers. Der Eigentümer darf die Tränke nicht trocken legen und muß den Weg zur Tränke offen lassen. Das Wasserschöpfrecht ist hierin nicht mit inbegriffen.

Eine Beeinträchtigung des Pflichtigen findet durch alle diese Gerechtigkeiten kaum statt, da derselbe, wenn nicht ausdrücklich das Gegenteil bestimmt ist, das Mitbenutzungsrecht besitzt.

3. Floßrecht.

Dieses befugt den Berechtigten, Holz überhaupt oder nur ein bestimmtes Holzsortiment (Stämme, Bloche, Scheit-, Prügelhölzer usw.) im Wasser eines dritten zu triften oder zu flößen.[1])

1) Der Unterschied zwischen Trift und Flöße besteht darin, daß bei der Trift das Holz im einzelnen (stückweise) vom Wasser getragen wird, während bei der Flöße das Holz im verbundenen Zustande (Tafel, Gestör) schwimmt.

Der Eigentümer des Trift- oder Flößbachs hat das Recht der Mitflöße. Die Flößzeit ist meistens reguliert. Mit diesem Recht ist stets das Recht auf einen Pfad am Ufer (Leinpfad) verbunden, um den Verlauf der Flöße beobachten und das sich etwa an den Ufern festsetzende Holz wieder flott machen zu können. Die Breite dieses Pfades darf nicht über das notwendige Bedürfnis hinausgehen.

4. Recht zum Kohlenbrennen, Holzablagern usw.

Der Berechtigte muß sich die Anweisung gewisser Plätze zur Verkohlung des Holzes in Meilern oder zum Ablagern von Hölzern durch den Waldeigentümer gefallen lassen und bei der An- und Abfuhr mitunter auch gewisse Wege einhalten.

Sechster Abschnitt.

Schutz gegen Waldbrände.[1]

In vielen Gegenden zählen die Brände zu den größten Gefahren der Wälder. Der Kulturwald sowohl wie der jungfräuliche Naturwald sind ihnen ausgesetzt. Wenn im letzteren die Brandgefahr durch den Reichtum an abgestorbenem und trockenem Material gesteigert wird, so leisten im neuzeitlichen Kulturwald die gleichaltrigen reinen Bestände dem Entstehen und der Ausbreitung von Waldfeuern um so mehr Vorschub, je mehr sie von Nadelhölzern, in erster Linie von der Kiefer, gebildet werden.

1. Entstehungsursachen.

Die Waldbrände entstehen in der Regel durch menschliche Handlungen oder Unterlassungen. Sie können aber auch eine Folge von Blitzschlägen sein.

Die hauptsächlichsten Entstehungsursachen sind folgende:

a) Absichtliche Brandstiftung aus Eigennutz, Rachsucht, Bosheit, geistiger Beschränktheit.

Die Zahl der auf böswillige Brandstiftung zurückzuführenden Waldbrände ist im allgemeinen eine geringe. Nach der bayrischen Statistik der in den Staatsforsten in der Zeit von 1877—1911 vorgekommenen Brände fallen von den nach ihrer Entstehung sicher festgestellten Bränden 9 %, von denen, deren Ursache vermutet wird, 16 % auf Brandstiftung. In den sächsischen Staatswaldungen entstanden 1901/8 13 %, 1908/11 5,5 % aller Waldbrände durch absichtliche Brandlegung. Die österreichische Statistik führt 7 % der im Zeitraum 1876/95 vorgefallenen Waldbrände hierauf zurück.

b) Fahrlässige Brandstiftung durch unvorsichtiges Umgehen mit Feuer und brennenden oder glimmenden Gegenständen im Walde. Die Zahl der hier in Frage kommenden Möglichkeiten ist eine unbeschränkte. Die häufigsten Vorkommnisse fahrlässiger Brandstiftung sind: Waldarbeiterfeuer an gefährlichen Stellen oder bei starkem Wind, Verwahrlosung und Nichtbeaufsichtigung solcher, Hainen (Überlandbrennen oder Schmoden) in Röder- und Hackwaldungen, Moor- und Heidebrennen, Brennen von Rasenasche, Verbrennen von Streu usw. auf Feldern, die an den Wald

1) Gerding, L.: Die Wald-, Heide- und Moorbrände. Abwehr, Entstehen und Löschen. 2. Aufl. Neudamm 1899. — Heger u. Bernhard: Sicherung gegen Waldbrände. Bericht des Sächs. Forstvereins 1912, 159 u. 213. — Peters u. Albrecht: Sicherungsmaßnahmen gegen Waldbrände. Bericht d. Nordwestd. Forstvereins 1910, 13.

grenzen; Verbrennen von Borkenkäferrinden, Biwakieren und Abkochen im Walde, Rauchen aus Pfeifen ohne Deckel; Wegwerfen von brennenden Zigarrenresten oder noch glimmenden Streichhölzchen usw.

Bayern führt 1877/1911 57 % bzw. 81 % der in bezug auf Entstehungsursache bekannten bzw. vermuteten Waldbrände auf Fahrlässigkeit zurück. In Sachsen waren 1901/03 44 %, 1908/11 20 % aller in den Staatswaldungen sich ereignenden Waldbrände fahrlässig; Österreich bucht 1876/95 38 % als solche.

c) Betrieb feuergefährlicher Gewerbe im Walde oder in dessen unmittelbarer Nähe. Hierher gehören: Köhlereibetrieb, Pechhütten-, Teerschwelerei- und Kienrußbrennereibetriebe; ferner Hütten- und Schmelzwerke usw.

d) Eisenbahnbetrieb. Mit der Ausdehnung des Schienennetzes und mit der Verstärkung des Fahrbetriebes sind die durch glühende Kohlenstückchen der Lokomotiven entstehenden Waldbrände immer häufiger geworden. Gegendweise ist der Eisenbahnbetrieb der Hauptbrandstifter.

In den bayrischen Staatswaldungen fielen 1877/1911 31 % aller der Ursache nach bestätigten Waldbrände der Eisenbahn zur Last; in Sachsen 1901/03 15 %, 1908/11 16 %; in Österreich (1876/95) seltsamerweise nur 4 %. Eine noch wesentlich größere Rolle spielt der Eisenbahnbetrieb in der Waldbrandfrage Nordamerikas. Von 2589 Bränden des Jahres 1880 waren hier 505 = 19,5 % auf die Rechnung der Lokomotiven zu setzen, in New-Jersey aber nicht weniger als 52 %, in New-Hampshire 44 %, in New-York und Delaware 42 %, in Pennsylvanien 35 %, in Massachusetts 33 %.[1])

e) Weniger häufige mit menschlichen Handlungen usw. in Verbindung stehende Ursachen von Waldbränden sind: Verkehr von Kraftfahrzeugen im Walde, Starkstromleitungen, Übergreifen von Schadenfeuern anderer Art (Hausbrände), Schießen mit Jagdgewehren unter Verwendung von Werg-, Papier- und anderen weiterglimmenden Pfropfen oder mit Artilleriegeschossen.

Am 4. und 8. Mai 1895 z. B. entstanden wiederholt Bodenfeuer durch Artilleriegeschosse auf dem Schießplatzterrain bei Thorn.[2])

f) Blitzschlag (vgl. hierzu IV. Buch Anhang). Der Blitz wird zum Brandstifter durch Entzündung dürrer Bäume oder Baumteile, besonders aber der Boden- oder Streudecke[3]), von wo aus das Feuer dann übergreift. Lebende Bäume werden vom Blitz nicht entzündet.[4])

Nach der bayrischen Waldbrandstatistik entfallen 3 % der bestätigten Waldbrände auf Blitzschlag; in Österreich wurde der Blitz 1876/95 in 1 %, in Sachsen 1901/03 in 1,5 %, 1908/11 in 1,3 % der Fälle zum Urheber eines Waldbrandes.

In sehr vielen Fällen läßt sich, wie die Statistik nachweist, die Entstehungsursache der Waldbrände nicht ermitteln. Von den in den bayrischen Staatswaldungen 1877—1911 zur Anzeige gelangten 3367 Bränden war es z. B. bei nur 609 = 18 % möglich, die Art des Auskommens sicher festzustellen. Bei 78 % konnte die Ursache nur vermutungsweise bestimmt werden, während bei 4 % jeder Anhalt fehlte. In Österreich blieb 1876—95 die Entstehungsursache bei 50 % unbekannt.

Die hervorgehobenen Ursachen kennzeichnen aber hinreichend die Richtungen,

---

1) Mammen: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1912, 298. — 2) Laschke: Ztschr. f. F. u. Jw. 1896, 224. — 3) Roth: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1874, 185. — Müttrich: Ztschr. f. F. u. Jw. 1878, 136. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1881, 532. — D. Forst-Ztg. 1913, 802, 819, 877. — 4) v. Tubeuf: Forstl.-naturw. Ztschr. 1892, 400. Hier wird ein Fall mitgeteilt, in welchem ein Blitz in einem lebenden, benadelten Fichtengipfel gezündet und hierdurch die Umgebung zum Teil verbrannt, zum Teil nur verkohlt hat; vgl. auch Allg. F. u. J.-Ztg. 1869, 237.

nach welchen hin eine vorbeugende Tätigkeit entfaltet werden muß, um die Waldbrandgefahr abzuschwächen. Die Privattätigkeit reicht jedoch nicht aus, vielmehr muß hier Staatshilfe ergänzend eintreten. Der „Forstschutz“ muß in diesem Punkte in der Forststrafrechtspflege seine notwendige Ergänzung finden.

2. Einteilung der Waldfeuer.

Man unterscheidet: Erd-, Boden-, Kronen- und Stammfeuer.

a) Erdfeuer sind Torf- oder Kohlenbrände. Sie schreiten unterirdisch und langsam vorwärts, insofern nicht etwa die Oberfläche mit in Betracht kommt. In diesem Falle verliert das Erdfeuer seinen ursprünglichen Charakter und wird zum Bodenfeuer. Die durch Erdfeuer entstehende Gefahr ist im ganzen gering; überdies kommen diese Feuer im Walde nur sehr selten vor.

b) Boden- oder Lauffeuer heißen die Brände, welche den Bodenüberzug versengen und verzehren. Sie ereignen sich am häufigsten, spielen daher die wichtigste Rolle. Jeder Waldbrand beginnt mit einem Bodenfeuer.

c) Wipfel- oder Kronenfeuer entstehen aus Bodenfeuern und zwar dadurch, daß die Flamme zwischen Boden und Gipfel brennbare Stoffe (dürre Äste, Flechtenüberzug, Harzkrusten, Teerringe usw.) erreicht, bei Nadelholz vornehmlich aber durch plötzliche Entzündung der Gase, die unter Einwirkung der vom Bodenfeuer aufsteigenden Hitze aus dem Harz der Nadeln entstehen. Auch durch Windstöße wird die Wärmeentwickelung leicht in dem Maße gesteigert, daß Wipfelfeuer ausbricht.

Das Bodenfeuer ist und bleibt aber die Matrix des Wipfelfeuers. Bisweilen (bei starkem Winde) pflegt zwar das Wipfelfeuer dem Bodenfeuer mehr oder weniger vorauszueilen, es verliert aber bald seine Heftigkeit und sinkt auf den Boden zurück, wenn das Bodenfeuer keine Nahrung mehr findet und auf breiterem Raume erlischt. Der Ansicht Lehnpfuhls[1]), daß es ein selbständiges Wipfelfeuer neben dem Bodenfeuer nicht gibt, ist vollständig beizupflichten.

d) Stammfeuer können nur an anbrüchigen oder trockenfaulen, hohlen Stämmen stattfinden. Sie spielen daher nur eine untergeordnete Rolle.

Von den im Zeitraum 1877—1911 in den bayrischen Staatswaldungen vorgekommenen 3367 Bränden waren:

55	= 1,5 %	Erdfeuer,
2590	= 77 %	Bodenfeuer,
559	= 17 %	Kronenfeuer,
120	= 3,5 %	Bodenfeuer in Verbindung mit Stammfeuer und
43	= 1 %	reine Stammfeuer.

3. Schaden durch Waldfeuer.

Die Waldfeuer schaden direkt durch Beschädigung oder Vernichtung von Holzbeständen, namentlich von Kulturen, Junghölzern und aufbereiteten Waldprodukten. Entweder verbrennen die Pflanzen sofort oder sie werden durch Bodenfeuer am unteren Stammteil bzw. durch Wipfelfeuer in der Krone derart beschädigt, daß sie in der Folgezeit eingehen. Leichtere Verletzungen, wie Anbrennen der äußeren Borke

1) Erfahrungen und Gedanken über Waldbrände. Ztschr. f. F. u. Jw. 1901, 635, hier 642.

an älteren Bäumen, werden hingegen meist ohne wesentliche Störungen, oft ohne jede Einbuße am Zuwachs ausgehalten.

Stärkere und ausgedehntere Waldbrände sind meist auch mit mehr oder weniger großen Verlusten am Wildstand (Eingehen der Reh- und Wildkälber) verbunden.

Indirekt schaden die Waldbrände durch Beeinträchtigung des Betriebsplanes, insbesondere durch Störung der normalen Abnutzung und Hiebsfolge, ferner durch Begünstigung der Bruch- und Insektenschäden, Verwilderung des Bodens, wodurch vermehrte Kulturkosten entstehen, usw. Auf beweglichen (feinkörnigen) Sandböden können durch Waldbrände auch leicht Sandschollen veranlaßt werden.

In Kiefernforsten bohren sich nach Waldbränden gewisse Rüssel-, Borken- und Bastkäfer[1]) ein. Hierher gehören: Pissodes notatus Fabr., Ips laricis Fabr., Pityogenes bidentatus Hbst., Hylastes palliatus Gyll., Myelophilus piniperda L., Myelophilus minor Htg. u. a.

Selbstverständlich ist der Schaden, den ein Waldbrand anrichtet, nicht überall derselbe, sondern hängt, abgesehen von der Art und Intensität des Feuers, von einer Reihe von bedingenden Momenten ab. Diese auf die Schadenhöhe Einfluß nehmenden Faktoren sind: Holzart, Betriebsart, Holzalter, Bestandsschluß und Waldzusammenhang, Standort, Bodenüberzug, Jahreszeit, besondere örtliche oder zeitliche Momente, Art und Grad der Beschädigung.

a) Holzart.[2])

Die Nadelhölzer leiden durch Waldbrände weit mehr als die Laubhölzer, da die Nadeln und der Harzgehalt die Intensität und Weiterverbreitung des Feuers begünstigen. Unter dem Einfluß der Wärme entwickeln sich, wie schon erwähnt, aus dem Harz leicht entzündliche Gase, die gleichzeitig in Brand geraten. Am meisten gefährdet sind die gemeine Kiefer und die Schwarzkiefer. Die anderen Kiefernarten nehmen teils nur geringe Flächen ein (Weymouthskiefer) oder stocken in Örtlichkeiten, die wegen ihrer Entlegenheit (Hochgebirge) dem Waldbrande weniger ausgesetzt sind (Arve, Krummholzkiefer). An zweiter Stelle steht die Fichte; dann folgt die Tanne und zuletzt die Lärche.

Die große Feuergefährlichkeit der Kiefer hängt mit dem frühzeitigen Absterben der unteren Äste, der leichteren Austrocknung der Bodendecke unter dem lichten Schirme der Kiefern und den trockeneren Standorten (Heiden), welche diese Holzart einnimmt, zusammen. Die geringe Feuergefährlichkeit der Lärche erklärt sich daraus, daß diese Holzart nicht wintergrün ist. Außerdem verheilen bei der Lärche durch Bodenfeuer erzeugte Schaftwunden am besten. In bezug auf Ausheilungsfähigkeit von Brandschäden übertrifft die Kiefer aber die Fichte und Tanne. Bei der Fichte bilden sich an den die Brandwunde begrenzenden Rändern Harzschorfe; außerdem stirbt das Splintholz unter der angekohlten und verbrannten Rinde bei Fichte infolge der geringeren Rindendicke meist tiefer hinein ab als bei Kiefer.

Von ausländischen Kiefernarten hat sich die Pechkiefer (Pinus rigida Mill.) insofern widerstandsfähig gegen Waldbrand gezeigt, als in zwei Fällen kräftige Ausschlagfähigkeit (aus Proventivknospen) nach einem Waldfeuer beobachtet worden ist.

---

1) Altum: Ztschr. f. F. u. Jw. 1880, 739. — 2) Renne: Waldbrandfolgen im Lichte forstwirtschaftlicher Erfahrungen. Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 143. — R.: Prakt. Fw. f. d. Schw. 1903, 129.

Sprengel[1]) konstatierte nach einem am 13. März 1893 im Kottenforst (bei Bonn) stattgehabten Waldbrand in einer 7—10jährigen Pechkiefernkultur, die nach dem Brande auf den Stock gesetzt worden war, an 28 Pflanzen im ganzen 266 Ausschläge, mithin im Durchschnitt 9—10 auf eine Pflanze, und zwar bis zu 38 cm Höhe. In einem zweiten Fall (Oberförsterei Nienburg im Regierungsbezirk Hannover)[2]) erschienen an 14jährigen am 4. Mai 1896 durch einen Waldbrand zerstörten Pechkiefern von Mitte Juli ab bis Anfang Oktober in der Nähe des Wurzelanlaufes und am ganzen Stamm je 20 und mehr Ausschläge, die eine Länge von 15—60 cm erreichten.

Die Laubhölzer werden durch Waldfeuer im allgemeinen wenig geschädigt. Die Laubholzkrone bietet dem Feuer wenig Nahrung. Infolgedessen kommt es in Laubholzbeständen, von Kulturen und Jungorten abgesehen, meist nicht zu dem gefährlichen Wipfelfeuer. Es bleibt beim Bodenfeuer, und dieses findet zumeist keine so brennbare Bodendecke wie in den Kiefernbeständen. Außerdem verfügen die Laubhölzer bekanntlich über eine größere Reproduktionsfähigkeit; sie vermögen die entstandenen Wunden leichter auszuheilen und die verloren gegangenen Teile schneller zu ersetzen.

Am widerstandsfähigsten sind naturgemäß, wie bei den Nadelhölzern, die Holzarten mit starker Borkebildung, weil die Borke der Kambialschicht einen größeren Schutz gegen Durchhitzung gewährt.

Am wenigsten gefährdet ist die Eiche. Nur ganz junge, 1—2jährige Pflanzen vermögen nach stärkerem Bodenfeuer den Verlust des Schaftes meist nicht zu ersetzen, wenn die Wurzel gelitten hat. Ältere Pflanzen verlieren in solchem Fall ihre oberirdischen Schaftteile zwar ebenfalls bis zum Wurzelhals; sie schlagen aber, wenn das Feuer kurz vor Beginn oder innerhalb der Vegetationszeit stattfand, bald kräftig aus und erzeugen Ausschläge, die den unverbrannten Kernpflanzen oft nicht nur nicht nachstehen, sondern sie in bezug auf Stammausformung und Stärke vielfach übertreffen. Die Ausschlagsfähigkeit der Eiche scheint durch Feuer geradezu gehoben zu werden. In älteren Eichenbeständen verursachen Brandverletzungen öfters nicht einmal einen Zuwachsverlust, eher eine Steigerung in der Stärkenzunahme.

Birke und Erle stehen der Eiche in der Widerstandsfähigkeit gegen Brandschaden mindestens gleich, während Buche weit empfindlicher ist. Ihre glatte borkenlose Rinde wird viel leichter zerstört und die so entstehenden Wunden überwallen weit langsamer als bei den erstgenannten Holzarten.

b) Betriebsart.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß Hochwaldungen dem Feuerschaden am meisten ausgesetzt sind. Am wenigsten gefährdet sind Niederwaldungen, weil in diesen der Nadelholzanbau ganz ausgeschlossen ist, während im Mittelwald immerhin einzelne Nadelholzoberständer (Kiefer, Lärche) hier und da vorkommen.

Nach der Waldbrandstatistik der bayrischen Staatswaldungen spielten sich 1877/1911 von insgesamt 3367 Waldbränden 2951 = 88 % im Hochwald, 108 = 3 % im Niederwald und 152 = 4 % im Mittelwald ab.

c) Holzalter.

Am meisten gefährdet sind Kulturen, Dickungen und junge Stangenholzorte (bis zu etwa 30 Jahren), teils infolge der vorhandenen brennbaren Bo-

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1896, 175. — 2) Laspeyres: Ztschr. f. F. u. Jw. 1898, 65.

dendecke (Angergräser, Heide usw.), teils wegen des lebhaften Reinigungsprozesses. Das geschlossene 30—60jährige Holz trotzt der Feuerkalamität verhältnismäßig am besten, weil Nadelholzbestände mittleren Alters nach Einlegung der ersten Durchforstungen in einem Zustande größerer Reinheit von feuerfangendem Material (Dürrholz, Bodenüberzug) sich befinden. Die über 60jährigen Bestände, in welchen sich wieder Gräser und sonstige Forstunkräuter einstellen, sind wieder mehr gefährdet.

Die Richtigkeit dieser Erfahrungen wird u. a. auch durch die über die Waldbrände in der Provinz Hannover in dem 20jährigen Zeitraum 1864—1884 aufgestellte nachstehende Tabelle bestätigt:

Ord.-Nr.	Holzarten	Holzalter (Jahre)	Brandfläche auf 1000 ha Wald in ha
1	Laubholz	—	0,170
		1—30	1,107
2	Nadelholz	30—60	0,262
		über 60	0,354
3	Mischwald aus Laub- und Nadelholz . .	—	0,464

d) Bestandsschluß und Waldzusammenhang.

Je dichter der Schlußgrad der Bestände und je ausgedehnter die Waldung ist, desto größere Dimensionen vermögen die Waldbrände anzunehmen. Man bemüht sich daher, bei Waldbränden die zusammenhängenden gleichaltrigen Bestandskomplexe durch Fällungen zu unterbrechen. In dicht geschlossenen Beständen ohne Bodenüberzug schreitet das Feuer aber langsamer vorwärts als in räumlichen oder lückigen Beständen, zumal wenn diese einen dichten Bodenüberzug von Heide oder dürrem Gestrüpp haben. Dichter Bestandsschluß hemmt die Luftbewegung und hält infolge der Beschattung den Boden und die unteren Bodenpartien feuchter.

e) Standort.

Die Waldungen der Ebene unterliegen, wegen größerer Trockenheit der Luft und oft auch des Bodens, der Feuersgefahr mehr als die Gebirgsforsten. An den Sommerhängen verbreitet sich ein Waldbrand rascher als auf den Winterseiten. Trockener, wenig von Wasserläufen durchzogener Sandboden vermehrt die Gefahr gleichfalls.

Bergab bringt das Feuer bei weitem langsamer vor als bergauf und zwar um so langsamer, je steiler der Abhang und je ruhiger die Luft ist. Ein langsamer vordringendes Feuer läßt sich aber leichter regieren als ein rasch vorschreitendes. Aus diesem Grunde sengt man in den Hackwäldern die Brandhaine an Hängen bergabwärts.

f) Bodenüberzug.

Eine reiche Decke von Forstunkräutern aus Heide, Ginster, Besenpfrieme usw. befördert die Empfänglichkeit in hohem Grade; ebenso Unterwuchs von Wachholder und sonstigem Nadelholz. Moosüberzug wirkt nur bei großer Trockenheit begünstigend; Laubdecke hingegen leitet den Brand schlecht fort. Wo viel Reisig, Abraum von Fällungen, Lese- und Urholz am Boden liegen, steigt die Feuersgefahr.

Obenan stehen hiernach in bezug auf die Feuersgefahr die Kiefernheiden mit ihrem trockenen Boden und Bodenüberzug und ihrer leicht Feuer fangenden Bestockung.

g) Jahreszeit.

Die meisten Waldbrände ereignen sich in trockenen Frühjahren (März bis Mai); namentlich wirken der um diese Zeit häufige trockene Ostwind, das dürre, überwinterte Gras und die zahlreiche Anwesenheit von Kulturarbeitern, Holzhauern usw., sowie der häufige Besuch des Waldes durch Spaziergänger usw. begünstigend. Es bedarf keiner Ausführung, daß natürlich auch während des Hochsommers in Zeiten langanhaltender Trockenheit die Häufigkeit der Waldbrände eine sehr große werden kann (vgl. die Jahre 1893, 1904 und 1911). — Waldbrände im Winter finden nur unter ganz besonderen Umständen statt, z. B. an schnee- und frostfreien Sonnenhängen mit dürrem Grasüberzuge, reichlichen Humusvorräten und viel dürrem, von der Fällung zurückgebliebenem Genist.

Ein winterlicher Waldbrand — noch dazu im Hochgebirge — ereignete sich z. B. am 14. Januar 1898 am Hirschberge bei Eschenlohe (Forstamtsbezirk Oberammergau.[1])

Wie sehr die Frühjahrsbrände im Walde überwiegen, zeigen alle statistischen Zusammenstellungen. Von den mehrfach genannten 3367 Waldbränden, die in den bayrischen Staatsforsten während des Zeitraums 1877—1911 gezählt wurden, fallen 63 % in die Monate März bis Mai, 29 % in den Sommer (Juni bis August), 6 % in den Herbst (September bis November) und 2 % in den Winter (Dezember bis Februar). — In Sachsen ereigneten sich 1908/11 48 % aller die Staatswaldungen treffenden Brände ebenfalls im Frühjahr, trotzdem 1911 die abnorm trockene Witterung die Brandgefahr auf Sommer und Herbst dieses Jahres ausdehnte.

h) Besondere örtliche oder zeitliche Momente.

Wesentlichen Einfluß auf die Intensität des einzelnen Waldbrandes und somit auf die Höhe des angerichteten Schadens nehmen die schon unter e) erwähnte örtliche Geländeausformung und die während des Brandes herrschende Witterung, insbesondere die Windstärke.

Auch die Tageszeit ist, wie die Beobachtungen[2]) bestätigen, nicht belanglos. Bei einbrechender Nacht sinkt die Macht des Feuers. Um Mitternacht kommen alle Waldbrände zum Stillstand, brechen aber nach dem Aufgang der Sonne mit neuer Gewalt los. Diese Erscheinung ist zum Teil in der täglichen Periode der Windstärke begründet, welche von Sonnenaufgang bis zum Nachmittage zunimmt und im Laufe des Nachmittags und Abends wieder abnimmt. Neben der Windstärke spielt die abendliche Abkühlung eine große Rolle.

Weiterhin ist hier jener forstschützenden Maßnahmen zu gedenken, die, gegen andere Anfeindungen der Waldbäume getroffen, der Brandgefahr Vorschub leisten, wie z. B. des Trockeneinbindens der schälgefährdeten Bestände. Schon das Vorhandensein geschälter und mit starken Harzkrusten bedeckter Bäume erhöht die Gefährlichkeit eines Brandes nicht unwesentlich. Bei dem großen Waldbrand zu Schwerin a. W. im Jahre 1911 steigerten sich Schaden und Bekämpfungsschwierigkeit dadurch, daß infolge der Leimringe, die zur Spinnerbekämpfung vorher an sämtliche Bäume angelegt worden waren und infolge reichlicher Verwendung des Teerpräparates „Schwammtod" an den von den Schwammkonsolen gereinigten Kiefern das Bodenfeuer überall sehr bald zum Wipfelfeuer wurde.

---

1) Gröbl, A.: Forstw. Zbl. 1898, 434. — 2) Grebe, C.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1843, 352.

1) Art und Grad der Beschädigung.

Bei Bodenfeuern in älteren Beständen hängt das Eingehen der Bäume, abgesehen von der Holzart, wesentlich von der Größe des beschädigten Rindenstückes ab. Kommt das Bodenfeuer mit Wind und ist rings um den Stamm wenig oder kein brennbarer Bodenüberzug vorhanden, so wird vielfach nur die Windseite am Schaft beschädigt, während die abgekehrte Seite nicht oder wenigstens nicht so stark leidet, daß die Rinde abstirbt. In beiden Fällen ist eine Lebensgefahr für den Baum gewöhnlich nicht vorhanden. Wohl aber ist dieser verloren, wenn die Rinde ringsum getötet wurde. Jedenfalls ist bei den Nadelhölzern der herabmindernde Einfluß einer teilweisen Rindenbeschädigung auf den Zuwachs der nächsten Jahre aber größer als die Wirkung einer nicht zu starken Versengung der unteren Kronenzweige. Wo eine solche unerheblich bleibt, macht sich ein merklicher wachstumshemmender Einfluß nicht bemerkbar.

Nach Wipfelfeuer sind Nadelhölzer meist verloren, auch dann, wenn das Feuer über die Kronen hinwegfegte, ohne die Benadelung völlig in Brand zu setzen. Die zunächst noch lebensfähig erscheinenden Nadeln werden gewöhnlich noch dürr und schütten.

4. Waldbrandstatistik.[1])

Wenn auch, wie die weiter unten folgenden Angaben aus der Waldbrandchronik der verschiedenen Länder erkennen lassen, alle bedeutenderen Waldbrände schon in früheren Jahrzehnten verzeichnet und nach Umfang, Schaden usw. näher gefaßt worden sind, so befindet sich doch die Waldbrandstatistik im allgemeinen noch nicht auf der wünschenswerten Höhe. Von den eben erwähnten Einzelangaben abgesehen, sind nur verhältnismäßig wenige statistische Unterlagen vorhanden, die eine hinreichend genaue Beurteilung der Waldbrandfrage gestatten.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse der Waldbrandstatistik mögen im nachstehenden Erwähnung finden:

a) Preußen. In Preußen werden die in den Staatswaldungen vorkommenden erheblicheren Waldbrände nach Zahl und nach Umfang der vernichteten Holzbestände statistisch erfaßt. Die diesbezüglichen Tabellen der „Amtl. Mitteilungen aus der Abteilung für Forsten" usw. weisen nach[2]), daß in dem Zeitraum von 1898—1912 493 größere Brände in fiskalischen Forsten sich ereignet haben, die zusammen Holzbestände von rund 16895 ha Umfang zerstörten. Es entfallen demnach auf das Jahr im Durchschnitt 25 Brände mit rund 845 ha Brandfläche.

In dem 26jährigen Zeitraum 1868—1893 sind in den preußischen Staatsforsten 721 Waldbrände vorgekommen. Sie vernichteten rund 14000 ha, im jährlichen Durchschnitt mithin 538 ha. Nach dem damaligen Umfang der Staatswaldfläche kommt auf 4578 ha 1 ha Brandfläche.[3])

Nach den von Schwappach u. a. veröffentlichten Zusammenstellungen[4]) haben in den preußischen Staatsforsten in dem sechsjährigen Zeitraume von 1892—1897/98 folgende Beschädigungen durch Waldfeuer stattgefunden:

1) Vgl. Mammen: Waldbrandstatistik und Waldbrandversicherung. Bericht über die 56. Vers. d. Sächs. Forstvereins 1912, 277. Beilage 4.

2) Vgl. die an Hagen-Donner, Forstl. Verhältnisse Preußens, 3. Aufl. sich anschließenden Tabellen von 1901 und den folgenden Jahren. — 3) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1898, 656. — 4) Das.: 1893, 113; 1894, 117; 1895, 242; 1896, 632; 1898, 117, 120; 1899, 430; 1901 41; 1902, 309; 1903, 306; 1904, 196; 1905, 532; 1906, 130.

Jahr	Flächenausdehnung der Brände: Hochwald ha	Niederwald (einschl. Mittelwald) ha	Nichtholzboden, Torfmoor und Unland ha	Im ganzen ha	Größe der mit reinen Kiefern bestockten Brandfläche ha
1892 (1./3.—30./9.)	2089,86	41,16	188,00	2319,02	1942,27
1892/93 (1./10. 92—30./9. 93)	1284,40	5,50	461,30	1751,20	560,74
1893/94	230,50	0,90	90,00	321,40	164,00
1894/95	215,70	—	—	215,70	170,70
1895/96	997,80	—	11,00	1008,80	471,10
1896/97	40,61	—	1,50	42,11	40,49
1897/98	30,80	—	—	30,80	18,50

In der Zeit 1900/05 sind 8600 ha, darunter 1200 ha Moor, durch Waldfeuer mehr oder weniger vernichtet worden.

Außer der Statistik der forstfiskalischen Waldbrände ist in Preußen in der Zeit von 1903—09 vom Statistischen Landesamt eine auf alle im Staatsgebiet vorgefallenen Waldbrände sich erstreckende Zählung nach Anzahl der Besitzungen, Größe der Brandfläche und Schadenhöhe vorgenommen worden.[1]) Danach betrug 1903—07 die Brandfläche 16110 ha (1904 allein 7424 ha), der Gesamtschaden 3,34 Millionen Mk. Versichert waren hiervon nur 562808 Mk. und entschädigt wurden 242567 Mk. — Im Jahre 1908 wurden 1279 ha, 1909 aber 8917 ha verwüstet. Der Schaden belief sich 1908 auf 130859 Mk., 1909 auf 1698955 Mk.

b) Bayern. Bayern verfügt über eine sehr eingehende und wertvolle, jedoch nur die Staatswaldungen umfassende Waldbrandstatistik. Sie reicht bis zum Jahre 1877 zurück und stützt sich auf ein seit 1882 eingeführtes einheitliches Anzeigeformular der Lokalforstbehörden. In Heft 8 der „Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns" S. 175 ff. ist das den Zeitraum 1877—1906 umfassende Material in der nachstehenden, bis zum Jahre 1911 aus den weiteren Veröffentlichungen [2]) ergänzten interessanten Tabelle zusammengestellt worden:

Übersicht der Waldbrände in den bayrischen Staatsforsten nach Zahl, Fläche, Jahreszeit, Örtlichkeit, Art und Entstehungsart.[3])

Jahrfünft	Zahl der Waldbrände	Beschädigte Fläche ha	Jahreszeit: Frühjahr (März, April, Mai)	Sommer (Juni, Juli, August)	Herbst (September, Oktober, November)	Winter (Dezember, Januar, Februar)	Örtlichkeit: Hochwald	Mittelwald	Niederwald	Torfmoore, Blößen usw.	Art des Feuers: Erdfeuer	Bodenfeuer	Kronenfeuer	Bodenfeuer mit Stammfeuer	reines Stammfeuer
1877/81	345	317	260	71	10	4	306	9	18	12	2	287	44	10	2
1882/86	469	490	298	145	19	7	420	15	25	9	—	368	68	18	15
1887/91	357	246	227	103	15	12	297	10	23	27	13	269	45	20	10
1892/96	724	783	521	162	33	8	629	24	39	32	10	579	108	23	4
1897/01	417	481	257	109	34	17	367	15	17	18	7	320	72	13	5
1902/06	416	641	180	210	14	12	368	11	9	28	9	314	77	13	3
1907/11	639	860	386	182	69	2	564	24	21	30	14	453	145	23	4
1877/1911	3367	3818	2129	982	194	62	2951	108	152	156	55	2590	559	120	43
			3367				3367				3367				
% der Gesamtzahl aller in der Zeit 1877—1911 stattgehabten Waldbrände			63	29	6	2	88	3	4	5	1,5	77	17	3,5	1
			100 %				100 %				100 %				

Durchschnittliche Brandfläche für ein Jahr: 109 ha.

1) Statistische Korrespondenz 1910 u. 1911, D. Forst-Ztg. 1910, 61; 1911, 977. — 2) Mittlgn. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns, Hft. IX, 100; Hft. XII, 48; XIII, 48; XIV, 48, 104. — 3) Über „Entstehungsart" s. nächste Tabelle.

Übersicht der Waldbrände in den bayrischen Staatsforsten nach der Entstehungsursache.

Jahrfünft	Zahl der Waldbrände	nach sicherer Feststellung					mutmaßlich					jeder Anhalt fehlt
		Blitzschlag	Eisenbahnbetrieb	Fahrlässigkeit	böswillige Brandstiftung	im ganzen	Blitzschlag	Eisenbahnbetrieb	Fahrlässigkeit	böswillige Brandstiftung	im ganzen	
1877/81	345	2	5	28	5	40	3	—	222	43	268	37
1882/86	469	2	2	46	8	58	2	1	302	81	386	25
1887/91	357	3	17	31	7	58	2	5	225	58	290	9
1892/96	724	1	30	63	21	115	2	22	460	100	584	25
1897/1901	417	1	44	48	4	97	2	10	254	44	310	10
1901/06	416	6	27	53	2	88	1	8	273	38	320	8
1907/11	639	6	61	78	8	153	4	18	386	58	466	20
1877/1911	3367	21	186	347	55	609	16	64	2122	422	2624	134
%		3	31	57	9	= 100 %	1	2	81	16	= 100 %	

Die Entstehungsursache ist sicher festgestellt bei 18 % aller Waldbrände, wird vermutet bei 78 % und fehlt bei 4 %.

c) Sachsen. Auch in Sachsen gewähren die vorhandenen Unterlagen [1]) nur über die in den Staatswaldungen vorgekommenen Waldbrände einigermaßen Aufschluß. In den drei Jahren 1901/03 haben hier 189 Brände mit 90 ha Brandfläche, 1908/11 aber 451 Fälle mit 210 ha stattgefunden. Als Entstehungsursache wurde festgestellt:

	1901—03	1908—11
Fahrlässigkeit	in 83 Fällen = 44 %,	in 91 Fällen = 20 %,
Brandstiftung	„ 24 „ = 13 %,	„ 25 „ = 5,5 %,
Eisenbahnbetrieb	„ 29 „ = 15 %,	„ 71 „ = 16 %,
Blitzschlag	„ 3 „ = 1,5 %,	„ 6 „ = 1,3 %,
Übertragung v. brennenden Häusern usw.	„ 1 „ = 0,5 %,	„ 1 „ = 0,2 %,
unbekannt	„ 49 „ = 26 %,	„ 257 „ = 57 %.

Der Schaden belief sich 1901/03 auf 39731 Mk., einschließlich 4856 Mk. Löschaufwand und stellte sich 1908/11 auf 164542 Mk., einschließlich 20990 Mk. Löschaufwand.

Im Zeitraum 1908/11 ereigneten sich 48 % der erwähnten Waldbrände im Frühjahr (März—Mai), 34 % fielen in die Sommermonate (Juni—August), 16 % in den Herbst (Sept.—Nov.) und 2 % in den Winter (Dez.—Januar). — Der Art nach handelte es sich 1908/11 um 374 (83 %) Boden- und um 77 (17 %) Wipfelfeuer.

d) Hessen. Im Großherzogtum Hessen weisen die alljährlich erscheinenden „Mitteilungen aus der Forst- und Kameralverwaltung" usw. sämtliche im Staatsgebiete vorgekommenen Waldbrände nach den wesentlichen Gesichtspunkten (Holzart, Holzalter, Größe der Brandfläche, Schadenhöhe) nach. In der Zeit von 1886 bis 1900 haben insgesamt 1019 Waldbrände stattgefunden und einen Schaden von 80680 Mk. hervorgerufen. Im Zeitraum 1903/10 belief sich die Zahl der Waldbrände auf 591, ihr Schaden auf 53286 Mk.

In den hessischen Domänenwaldungen [2]) wurden in den fünf Jahren 1881—85 im ganzen 272 oder durchschnittlich 54 Waldbrände auf 1 Jahr berichtlich angezeigt, jedoch war keiner von Belang.

e) Braunschweig gibt in den „Mitteilungen über die Wirtschaftsergebnisse der Herzogl. Braunschweigischen Forstverwaltung" eine Zusammenstellung der vorgekommenen Waldbrände.

---

1) Naumann: Thar. Jhrb. 1905, 34. — Heger: Bericht üb. d. 56. Vers. d. Sächs. Forstvereins 1912, 159. — 2) Wilbrand: Mittlgn. a. d. Forst- u. Kameralverwaltg. usw. 27. Bd. 1886, S. XVIII u. 40.

f) Oldenburg. In den oldenburgischen Forsten[1]) ereigneten sich im Zeitraum 1795—1870 im ganzen 34 größere Brände, und zwar in der Zeit von 1795—1820: 4, 1820—45: 10 und von 1845—70: 20.

g) Österreich. In Österreich sind die Waldbrände bis zum Jahre 1895 nach Zahl, Fläche, Schadenhöhe und Entstehungsursache im „Statistischen Jahrbuch des K. K. Ackerbauministeriums" 2. bzw. 3. Heft (Forst- und Jagdstatistik) jahrfünftweise zusammengefaßt. Tabellarisch geordnet geben die entsprechenden Zahlen für den Zeitraum 1876/95 folgenden Überblick:

Jahrfünft	Anzahl der Waldbrände	Beschädigte Fläche ha	Schadenhöhe fl.	Entstehungsursache: unbekannt	Fahrlässigkeit	Brandstiftung	Eisenbahnbetrieb	Blitzschlag
1876/80	751	3704	164 628	378	275	76	10	17
1881/85	1717	6552	276 439	895	588	151	69	14
1886/90	1467	6615	310 788	731	547	111	57	21
1891/95	3007	7814	404 702	1472	1210	181	118	26
1876/95	6942	24685	1 156 552	3471 (50 %)	2620 (38 %)	519 (7 %)	254 (4 %)	78 (1 %)
durchschnittlich jährlich:	347	1234	57 828					

Seit 1900 werden die vorkommenden Waldbrände nur noch nach Fläche (getrennt in „Kulturen" und „ältere Bestände") und Schadenhöhe angegeben.[2]) In der Zeit von 1900 bis 1910 verbrannten in den österreichischen Waldungen 11865 ha Kulturen und 13805 ha ältere Bestände. Der gesamte Schaden belief sich auf 3760237 Kr.

Im allgemeinen geht aus dem statistischen Zahlenmaterial hervor, daß die Häufigkeit der Waldbrände eine steigende Tendenz hat.[3]) Trotz der in mancher Hinsicht verbesserten Schutzvorrichtungen ist mit dem zunehmenden Verkehr der Menschen im Walde, besonders auch infolge der fortgesetzten Erweiterung des Eisenbahnnetzes die Waldbrandgefahr größer geworden. Es kommt hinzu, daß der vermehrte Reinanbau der brandgefährdeten Nadelhölzer dem einzelnen Waldbrand die Möglichkeit einer ungewöhnlichen Ausdehnung verschafft. Unter dem Einfluß einzelner außerordentlich trockener Jahre weist namentlich die Waldbrandchronik der letzten Jahre viele verheerende umfangreiche Brände auf.

Wir verzeichnen im Nachstehenden einige bemerkenswerte Brände aus älterer und neuerer Zeit unter Hinzufügung statistischer Angaben über ihre Ausdehnung usw. Von Vollständigkeit kann hierbei natürlich nicht die Rede sein.

A. Waldbrände in Deutschland.

1800 (4.—21. August) Waldbrand in der Nähe des Katzenkopfes im württembergischen Schwarzwalde.[4]) Brandfläche: 2270 ha.

1842 (31. August) am Prebischtor in der sächsisch-böhmischen Schweiz.[5]) Brandfläche in Sachsen 95,27 ha, in Böhmen 85 ha, zusammen also 180 ha.

1) Forstl. Bl. 1876, 95. — 2) Forst- u. Jagdstatistik. Sonderabdr. a. d. Statist. Monatsschrift. — 3) Nach der vom deutschen Forstwirtschaftsrat ausgearbeiteten Denkschrift betr. die gesetzliche Regelung der Verhütung von Waldbränden (vgl. Mittlg. d. Deutsch. Forstvereins 1913, 41) haben sich ereignet: a) in den bayr. Staatsforsten 1902/5: 416 Waldbrände, 1907/11: 638. — b) in den Württembergischen Staatsforsten: 1901/6: 178, 1907/12: 300. — c) in Baden: 1902/06: 340, 1907/11: 599. — 4) Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1857, 340. — 5) Allg. F. u. J.-Ztg. 1842, 389; 1843, 64. — Blase: Thar. Jhrb. 1845, 12. — v. Berg: das. 1848, 228.

1846 (5. Juli) im Lampertheimer Reviere (Hessen).[1]) Dieser Brand verwüstete über 100 ha 5—20jährige Kiefernschonungen.

1857 (24. August) im Forstreviere Schafstall, Forstinspektion Eschede, zwischen Celle und Unterlüß (Hannover).[2]) Das durch die Eisenbahn veranlaßte Feuer zerstörte 673 ha Wald und Heide.

1863 (28. u. 30. August) in der Oberförsterei Wocziwodda und (1. September) in der Oberförsterei Königsbruch (beide in der Tucheler Heide).[3]) Brandflächen: in Obf. Wocziwodda 1276 ha, in Königsbruch 70 ha. In der Tucheler Heide ereignen sich überhaupt sehr häufig Waldbrände.[4]) Die in den Jahren 1860/89 daselbst vorgekommenen 310 Brände zerstörten den Waldbestand auf einer Fläche von 4206 ha.[5])

1880 (1.—3. Mai) im Lüßwalde (Lüneburger Heide).[6]) Brandfläche: ungefähr 1300 ha.

1883 (27. April) in der Oberförsterei Fulbberg (Landdrostei Lüneburg).[7]) Brandfläche: über 250 ha.

1886 (7. Juni) in den Revieren Gemeinheide und Buchwald der Stadt Bunzlau[8]) (Schlesien). Brandfläche: etwa 250 ha.

1892 (10. April) im Klosterreviere Niebeck (Lüneburger Heide).[9]) In 6 Stunden wurde der Holzbestand (10—30j. Kiefern und Eichen) auf 447 ha vernichtet.

1892 (27. Juli) im Fürstlich Hohenzollernschen Reviere Schweinert, im Privatforste (von Brandis) des Rittergutes Neuhaus und in der Königl. Oberförsterei Waice (Posen).[10]) Brandfläche (Kiefer IV. u. V. Bon.): im ganzen 780 ha.

1892 (31. August) in der Oberförsterei Christianstadt.[11]) Brandfläche 240 ha.

1893 (23. April) in der Oberförsterei Segeberg (Holstein), Forstort Wahlstedt. Brandfläche: 140 ha.[12])

1893 (29. April, 4. und 8. Mai) auf dem Artillerie-Schießplatz bei Thorn.[13]) Die Größe der Brandfläche ist nur von dem Revierteile des ehemaligen Forstreviers Grabia, u. zw. zu 220 ha Kiefernwald, angegeben. Über die Größe der Brandfläche auf dem Terrain des ehemals königl. Forstreviers Schirpitz fehlen nähere Nachrichten.

1896 (2. Juni) in der Oberförsterei Rendsburg (Regierungsbezirk Schleswig).[14]) Im ganzen fielen diesem Brande etwa 314 ha 20—26jähriger Fichten- und Kiefern-Dickungen des Geheges Kropp auf heidewüchsigem Diluvialsande zum Opfer.

1899 (1. April) im Primkenauer Bruchwald.[15]) Infolge dieses Feuers mußte ein 9,62 ha großes auf Grünlandsmoor stockendes, 90—95jähriges Erlenbaumholz aufgearbeitet werden.

1899 (13. Juli). Oberförsterei Munster[16]) (Bez. Lüneburg). Brandfläche: 380 ha.

1899 (14. August). Gemeinde Schirwindt[17]) (Ostpreußen), Hochmoor Plinis. Brandfläche: über 500 ha. Nähere Angaben fehlen.

1900 (6. u. 7. Mai). Gemeindewaldungen von Roetgen, Raeren, Kettenis, Privatwaldung des Frhr. v. Nellesen, Staatswald Eupen bei Aachen.[18]) Brandfläche: 945 ha. Schaden 241000 Mk.

1900 (7. u. 8. Mai). Kgl. Oberförsterei Grünhaus.[19]) (Bez. Frankfurt a. O., Brandfläche: 642 ha.

1) Grünewald: Allg. F. u. J.-Ztg. 1847, 17. — 2) Burckhardt: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1857, 421; Krit. Bl. 1863, 45. Bd. II, 236. — 3) Kohli: Forstl. Bl., 8. Hft., 1864, 146. — 4) v. Pannewitz, Jul.: Das Forstwesen von Westpreußen usw. Berlin 1829, 77 u. 81. — 5) Schütte, R.: Die Tucheler Heide. Konitz 1889, 23. — 6) Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 245; Zbl. f. d. ges. Fw. 1880, 334. — 7) Allg. F. u. J.-Ztg. 1883, 287. — 8) Forstl. Bl. N. F. 1886, 233, 272. — 9) Deckert: Ztschr. f. F. u. Jw. 1892, 634. — 10) Bachmann: das. 1892, 775; 1894, 268. — 11) v. Ladenberg: das. 1893, 358. — 12) das. 1894, 245. — 13) Laschke: das. 1896, 224. — 14) Hartmann: das. 1897, 503. — 15) Klopfer: das. 1899, 572. — 16) Aschoff: das. 1900, 54. — 17) Hilveti: das. 1900, 58. — 18) Schmanck: das. 1900, 727; Forstw. Zbl. 1900, 574. — 19) Petersjohn: Ztschr. f. F. u. Jw. 1900, 732.

1900 (8. Mai). Oberförstereien Tauer u. Peitz[1]) (Bez. Frankfurt a. O.). Brandfläche: 137 ha.

1900 (15. Mai). Oberförsterei Bederkesa (Bez. Stade).[2]) Brandfläche: 380 ha im fiskalischen Walde.

1901 (23. u. 24. April). Gemeindewaldungen bei Montjoie (Aachen)[3]), namentlich Gemeinde Ingenbroich. Brandfläche: 1200 ha.

1901 (23. Mai u. 12. Juni). Mallmitzer Heide[4]) (Bez. Liegnitz). Brandfläche am 23. Mai etwa 860 ha, am 12. Juni 850 ha.

1904 (13. Juli) hinter Unterlüß (Hannover). Brandfläche: 250 ha.

1904 (31. Juli). Preuß. u. Anhaltische Forsten bei Oranienbaum. Brandfläche: 750 ha.[5])

1904 (15. August). Forsten des Herzogs Ernst Günther zu Schleswig-Holstein in Primkenau, Forsten der Herrschaft Kotzenau, Stadtwaldung von Bunzlau, Bauernwaldungen von Weissig und Wolfersdorf.[6]) Brandfläche: 4559 ha. In Primkenau verheerte der riesige Waldbrand 950 ha Bestände der I. Alterskl., 1604 ha der II., 876 ha der III., 415 ha der IV., 51 ha der V. und 145 ha über 100jährige Bestände, zusammen 4041 ha bestandene Fläche.

1904 (15. u. 16. August). Kgl. Forstamt Bodenwöhr[7]) (Bez. Oberpfalz). Brandfläche: 252 ha.

1911 (3. u. 4. September). Oberförsterei Schwerin a. W.[8]) (Bez. Posen). Brandfläche: 1700 ha.

1913 (30. April u. 1. Mai). Gemeindewaldungen bei Celle[9]) (Hannover). Brandfläche: über 3000 ha.

B. Waldbrände in außerdeutschen Ländern.

Die Zahl und Ausdehnung der in Deutschland sich jährlich ereignenden Waldbrände ist verschwindend im Vergleich zu den in Rußland, Skandinavien und anderen europäischen Staaten durch Waldbrände hervorgerufenen Verheerungen des Nationalvermögens. Ins Riesenhafte aber gehen die Schäden, die Nordamerika beinahe jährlich durch die Waldbrände erwachsen.

Angesichts der lückenhaften, auf unsicherer Grundlage beruhenden statistischen Angaben sei darauf verzichtet, die einzelnen bedeutungsvolleren Waldbrände der verschiedenen Staaten durch Flächen- oder Schadenzahlen näher zu bezeichnen. Nur für Nordamerika seien die nachstehenden, naturgemäß auch nur auf dem Schätzungswege gewonnenen Zahlen angegeben, um die über jedes Maß hinausgehende Bedeutung zu charakterisieren, die dem Feuer bei der so oft beklagten rücksichtslosen Abschwendung der Waldschätze der Vereinigten Staaten und Kanadas zukommt.[10])

1871 wurde in den Vereinigten Staaten mehr als der 10jh. Holzverbrauch des ganzen Landes durch Waldbrände zerstört. 1880 verwüsteten die Brände im Unionsgebiete etwa 3,1 Millionen ha Wald; 1908 wurde der Materialschaden auf 400 Millionen Mk., 1909 ebenfalls auf 400 Millionen berechnet; 1910 aber beläuft er sich infolge riesiger Waldbrände in den nordwestlichen Staaten Idaho, Montana und Washington auf 800—820 Millionen Mk.[11]) Der Durchschnittsverlust in den letzten 20 Jahren wird auf etwa 100 Millionen Mk. im Jahre beziffert. Seit 1870 sollen die Waldbrände einen jährlichen Schaden von 50 Millionen Dollar (rd. 200 Millionen Mk.) verursacht haben.

Einigermaßen hinreichende Schutzmaßregeln werden nur in den ungefähr ein Viertel der Gesamtwaldfläche umfassenden Forsten der Bundesregierung beobachtet. Hier sind unter

---

1) Lüke: Ztschr. f. F. u. Jw. 1900, 737. — 2) Peters: das. 1900, 556. — 3) Forstw. Zbl. 1901, 398. — 4) Maske: Ztschr. f. F. u. Jw. 1901, 378. — 5) N. forstl. Bl. 1904, 247. — 6) Klopfer: Jahrb. d. Schles. Forstvereins 1905, 36; ferner N. forstl. Bl. 1905, 47. — 7) Prosinger: Forstw. Zbl. 1905, 253. — 8) Voigt: Der große Waldbrand zu Schwerin a. W. usw. Neudamm 1912. — 9) D. Forst-Ztg. 1913, 390. — 10) Whipple, S. James: Silva 1910, 112, 120, 128. — Scheck: Mttlgn. d. Deutsch. Forstvereins 1903, 115. — 11) Silva 1910, 270; D. Forst-Ztg. 1910, 585, 652, 756, 1051.

Pinchots Einfluß breite Straßen und Feuergestelle angelegt, Feuerwächter bestellt, sowie Telephonleitungen und andere zweckmäßige Einrichtungen in bezug auf Feuerbereitschaft und Nothilfepflicht geschaffen worden. Die Wirksamkeit dieser Mittel geht daraus hervor, daß 1908 nur 4 Millionen Schaden, also nur der hundertste Teil des Gesamtschadens, 1907 gar nur 105000 Mk. auf die Bundesforsten entfielen. [1])

5. Schutzmaßregeln.

A. Vorbeugung.

Die Vorbeugungsmaßregeln zum Schutze des Waldes gegen Brandgefahr sind teils gesetzlicher, teils wirtschaftlich-technischer Natur.

1. Gesetzliche Vorbeugungsmaßregeln.

Die gesetzlichen Maßnahmen verfolgen den Zweck, alle unnötigen, insbesondere die von Unberechtigten ausgehenden Feuerquellen vom Walde möglichst fern zu halten und unvorsichtiges Umgehen mit Feuer zu verhindern.

Da der durch das BGB. (§§ 823, 826, 829—832, 858 ff.) dem Waldbesitzer wie jedem anderen Grundbesitzer gebotene zivilrechtliche Schutz nicht genügt, das gefahrdrohende Umgehen mit Feuer im Walde zu verhindern, muß die Gesetzgebung in erster Linie für Beschaffung eines ausreichenden strafrechtlichen Schutzes Sorge tragen.

Es ist zweckmäßig, diesen Schutz von Gesetzen ausgehen zu lassen. Bei ausreichendem Gesetzesschutz sind die sonst vielfach üblichen Polizeiverordnungen überhaupt nicht oder nur dort notwendig, wo die örtlichen oder zeitlichen Verhältnisse Ergänzungen der gesetzlichen Bestimmungen nach dieser oder jener Richtung hin erwünscht erscheinen lassen.

Zum Schutze des Waldes gegen Brandgefahr dienen in Deutschland zunächst die im RStGB. enthaltenen allgemeinen Bestimmungen. Es sind dies die §§ 308 u. 309, welche die vorsätzliche und fahrlässige Brandstiftung unter Strafe stellen, ferner § 368. Ziffer 6 u. 8 dieses § bedrohen mit Geldstrafe bis zu 60 Mk. oder mit Haft bis zu 14 Tagen das Anzünden von Feuer an gefährlichen Stellen im Walde oder Heiden, sowie (Ziffer 8) das Nichtbefolgen feuerpolizeilicher Anordnungen.

Neben dem RStGB. sorgen die mit dem Forst- und Feldschutz sich befassenden Landesgesetze der Einzelstaaten in mehr minder erfolgreicher Weise für die Sicherung des Waldes gegen Brandgefahr. Nach dem Urteil der vom Deutschen Forstwirtschaftsrate zur Regelung des gesetzlichen Schutzes gegen Waldbrände eingesetzten Kommission [2]) ist dieser Schutz in fast allen deutschen Staaten mit Ausnahme von Württemberg und Sachsen aber unzureichend. Die Kommission hält es für dringend wünschenswert, daß

1. die bestehenden Landesgesetze übereinstimmend das unbefugte, dem Verbote des Berechtigten zuwiderlaufende Betreten des Waldes unter Strafe stellen.

Zur Zeit geschieht dieses in bestimmter, uneingeschränkter Form nur im württembg. Forstpolizeigesetz von 1879, Art. 25. Die gleiche Bestimmung des sächsischen Forst- und

1) Schultze: Ztschr. f. F. u. Jw. 1911, 850. — 2) Mitteilungen des Deutsch. Forstvereins 1913, 41.

Feldstrafgesetzes von 1909, § 19 Abs. 1 wird in ihrer Wirksamkeit dadurch abgeschwächt, daß das Gesetz dem das Betretungsverbot Verletzenden Straflosigkeit zusichert, wenn er ohne sein Verschulden keine Kenntnis von dem Verbote besitzt.

2. Weiter verlangt die vorstehend genannte Kommission die Aufnahme eines bedingten Rauchverbotes im Walde im Sinne der empfehlenswerten Regelung dieser Materie durch § 31 des sächsischen Forst- und Feldstrafgesetzes von 1909.

Nach dem eben genannten Gesetz wird mit Geldstrafe bis 60 Mk. oder mit Haft bis zu 2 Wochen bestraft:

1. Wer in gefahrbringender Weise mit unverwahrtem Feuer oder Licht einen Wald betritt oder ihm sich nähert,

2. wer im Walde oder in gefährlicher Nähe eines Waldes brennende oder glimmende Gegenstände fallen läßt, fortwirft oder unvorsichtig handhabt,

3. wer, abgesehen von den Fällen des § 368, 6 des Strafgesetzbuches im Walde oder in gefährlicher Nähe eines Waldes unbefugt Feuer anzündet oder ein befugterweise angezündetes Feuer gehörig zu beaufsichtigen oder auszulöschen unterläßt.

Das sächsische Gesetz enthält, wie die Einschränkung „in gefahrbringender Weise" in Abs. 1 erkennen läßt, kein absolutes Rauchverbot. Allgemeine und unbedingte Rauchverbote im Walde werden erfahrungsgemäß nicht hinreichend beachtet und werden auch meist nicht streng durchgeführt. Die Waldbrandgefahr ist nicht überall und zu allen Zeiten die gleiche. In der nassen Jahreszeit, bei Schnee und Regen oder kurz nach Niederschlägen ist es ziemlich ausgeschlossen, daß durch Rauchen im Walde, selbst wenn es nicht mit der nötigen Vorsicht geschieht, ein Brand entsteht. Ebenso wohnt dem Rauchen auf den breiteren, den Wald durchziehenden Wegen und Straßen bei weitem nicht die Bedeutung inne wie dem Rauchen beim Durchqueren der Bestände, beim Beeren- und Pilzesuchen usw. Einem absoluten Rauchverbot fehlt somit die innere Berechtigung. Die mehr oder weniger zahlreichen Übertretungen eines solchen Rauchverbotes erhöhen sogar die Waldbrandgefahr, da der Raucher leicht geneigt sein wird, die brennende Zigarre fallen zu lassen oder vom Wege aus in den Bestand hineinzuwerfen, sobald er in einem ihm von weitem entgegenkommenden Menschen einen Forst- oder Polizeibeamten vermutet oder erkennt.

Es kommt hinzu, daß ein gesetzliches absolutes Rauchverbot auch die Waldbesitzer, Jäger, Waldarbeiter usw. trifft und diesen auf Vermeidung jeder Brandgefahr bedachten Personen die Zigarre und Pfeife im Walde selbst in den ungefährlichsten Zeiten ebenso verbietet wie den sorgloseren Touristen, Pilzsammlern und anderen vorübergehenden Waldbesuchern.

Wo ein mehr oder weniger eng gefaßtes gesetzliches Rauchverbot nicht vorhanden ist, muß diesem Mangel durch ortspolizeiliche Vorschriften und Anordnungen des Waldbesitzers abgeholfen werden. Die einschränkenden Bestimmungen sind dann durch öffentliche Bekanntmachungen oder durch Warnungstafeln zur allgemeinen Kenntnis zu bringen. Auch in solchem Falle ist zu überlegen, ob die Mahnung zur Vorsicht beim Rauchen nicht wirkungsvoller ist als ein direktes Rauchverbot. Jedenfalls genügt es in vielen Fällen, im Sinne der württembergischen und sächsischen Forstpolizeigesetzgebung nur das Rauchen von Zigarren und Zigaretten, sowie das Rauchen aus Tabakpfeifen ohne Deckel unter den Begriff „Betreten des Waldes mit unverwahrtem Feuer" fallen zu lassen.

Sobald im Gesetz ein unbedingtes Rauchverbot nicht enthalten ist, empfiehlt es sich namentlich, den im Dienste des Waldbesitzers stehenden Waldarbeitern das Rauchen aus mit Deckeln versehenen Tabakpfeifen zu gestatten.

Durch persönliche Anordnungen des Waldbesitzers oder seines Vertreters ist auch das sonstige Umgehen der vom Waldbesitzer im Walde beschäftigten Personen mit Feuer zu regeln. Insbesondere ist in den Dienstanweisungen der Waldarbeiter Bestimmung darüber zu treffen, unter welchen Voraussetzungen die sog. Waldarbeiterfeuer zulässig sind.

Den Waldarbeitern kann das Feueranmachen im allgemeinen gestattet werden. Zu verbieten ist es in sehr trockenen Zeiten, bei starkem Winde, sowie auf allen gefährlichen Orten (Moore, Torflager usw.). Mit absoluter Strenge ist aber darauf zu halten, daß bei jedem Feuer die notwendigen Schutzmaßregeln seitens der Arbeiter beobachtet werden.

Um das Feuer herum ist, um sein Auslaufen zu verhindern, ein wunder, von der Bodendecke befreiter Streifen zu ziehen. Weiter ist vor allem auch darauf zu achten, daß die Arbeiter nach Beendigung der Arbeit nicht gedankenlos fortlaufen, ohne für das Erlöschen des Feuers gesorgt zu haben. Sofern Wasser zum Ausgießen nicht zur Verfügung steht, ist das Feuer durch Bewerfen mit Erde zu ersticken und die glühende Asche hinreichend zu decken, damit sie nicht durch Wind fortgeführt werden kann.

Auf Schlägen, wo zur Verbrennung des Reisigs Feuer gebraucht werden, empfiehlt es sich, die Zahl der Feuer zu beschränken und nicht jeder einzelnen Arbeiterrotte das Anbrennen eines Privatfeuers zu gestatten. Abgesehen von der Zeitvergeudung, die mit der Unterhaltung verbunden ist, wächst die Feuersgefahr für den Wald naturgemäß mit der Zahl der Feuer. Erlauben Standort oder Witterung das sofortige Verbrennen des Reisigs zur Zeit der Schlagführung nicht, so ist damit bis zu geeigneterer Zeit zu warten, oder es ist an einem weniger gefährdeten Orte summarisch vorzunehmen. Zur Vermeidung falschen Brandalarms sind die umliegenden Gemeinden von dem Verbrennen größerer Reisigmengen gegebenen Falles zu benachrichtigen.

Anderen Personen als den im Dienst des Waldbesitzers stehenden Waldarbeitern, z. B. Leseholz-, Pilz- oder Beerensuchern, Holzfuhrleuten usw. ist die Befugnis zum Feueranmachen im Walde zu versagen. Übertretungen sind nach § 368, 6 des RStGB. bzw. nach den weitergehenden Bestimmungen des jeweiligen Landesgesetzes zu ahnden.

In Gegenden, wo die Kohlenmeilerei im Walde noch üblich ist, bedarf das Anlegen und Anzünden der Meiler, ihre Beaufsichtigung während des Brandes, sowie das Ausziehen und Abfahren der Kohlen aus Meilern, die noch nicht gelöscht sind, ortspolizeilicher Regelung, um der Waldbrandgefahr vorzubeugen; vgl. Preuß. Feld- u. Forstpolizeigesetz v. 1880 § 45; Bayr. Forstgesetz v. 1896 Art. 93; Württ. Forstpolizeigesetz v. 1902 Art. 31 u. a.

Weiterhin sind in den Heidegegenden die Brennzeiten für das Heide- und Moorbrennen polizeilich festzulegen. In den gefährlichsten Monaten (Mai bis Mitte September) ist das Brennen zu verbieten.

2. Wirtschaftlich-technische Vorbeugungsmaßregeln.

Die hier zu nennenden praktisch wichtigen Vorbeugungsmaßregeln gehen zum größten Teil vom Wirtschafter aus und kommen im waldbaulichen Gebaren, sowie in den Maßnahmen der Forsteinrichtung zum Ausdruck. Zu diesen rein forstlichen Maßregeln treten, sobald es sich um Schutz gegen Zündungen durch Lokomotiven handelt, noch einige technische Vorkehrungen, deren Ziel auf Verhinderung des Auswurfes glühender Kohlenstückchen gerichtet ist.

a) Forstliche Vorbeugungsmittel.

Die forstlichen Vorbeugungsmaßregeln bezwecken sowohl die Verhinderung der Zündung des Feuers im Walde wie auch die Verhinderung der Ausbreitung eines entstandenen Waldfeuers. Sie sind, wie aus der Besprechung der die Größe der Waldbrandgefahr bedingenden Faktoren zur Genüge hervorgeht, hier mehr, dort weniger notwendig und haben in den trockenen Kiefernrevieren ihre höchstmögliche Ausgestaltung zu finden.

In Betracht kommen die nachstehenden Maßnahmen:

1. Vermeidung des Zusammenlagerns großer gleichalter Bestandskomplexe. Durch kleine Hiebszüge, Schlagwechsel und kleine Schläge ist für häufigen Wechsel der Altersklassen Sorge zu tragen.

2. Unterbrechung der Nadelholzkomplexe durch Erhaltung bzw. Schaffung von Feld- und Wiesenflächen. Sofern solche oder andere Trennungen (Wasser- oder Bruchflächen) in brandgefährdeten Revieren fehlen, sind größere Nadelholzpartien, wenn möglich, durch Laubholzbestände öfters zu unterbrechen. Weiter ist der Einmischung von Laubholz in die Nadelholzorte, sowie der Umsäumung der Nadelholzdistrikte mit sog. Feuermänteln aus Laubholz besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Dem als Schutzmittel gegen Waldbrandgefahr gern empfohlenen Laubholzanbau kommt in den Revieren, wo die Feuersgefahr am größten ist, aber meist nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zu. Wo die Laubhölzer hier am meisten gebraucht werden, gedeihen sie entweder gar nicht oder nur kümmerlich. Wo hingegen die Bodenverhältnisse derartige sind, daß Laubhölzer gut fortkommen, ist die Brandgefahr meist keine sehr erhebliche. Auf armem, trockenen Boden ist die Zahl der brauchbaren Laubhölzer natürlich eine beschränkte. Außer Birke und Robinie kommen allenfalls noch Weißerle, spätblühende Traubenkirsche, auf besonders günstigem Boden hier und da wohl auch Schwarzpappel, Traubeneiche, Buche und andere anspruchsvollere Arten in Frage. Verspricht der Hochwaldbetrieb in diesen Laubholzschutzbeständen, Feuermänteln usw. keinen Erfolg, so begnügt man sich mit niederwaldartiger Bestockung.

3. Anlage von Feuerschutzstreifen in hinreichender Menge und Breite quer durch die Nadelholzkomplexe hindurch, sowie an allen gefährdeten Grenzen und Wegerändern, ganz besonders aber zu beiden Seiten der den Wald durchziehenden Schienenwege.

Diese Schutzstreifen (Sicherheitsstreifen, Brandschutzstreifen, Feuergestelle, Brandbahnen, Brandruten) sollen die Entstehung und das Weiterlaufen von Bodenfeuer, sowie das Übergreifen von Bodenfeuer auf die Wipfel verhüten.

Um Zündungen zu verhindern, ist jede leicht brennbare Bodendecke auf ihnen dauernd fernzuhalten. Wo es sich um Lokalisierung eines schon ausgebrochenen Brandes durch die Schutzstreifen handelt, ist es notwendig, sie entweder in genügender Breite unangebaut liegen zu lassen oder einen Bestand auf ihnen zu schaffen, der ein ankommendes Feuer aufzuhalten vermag. Soweit es sich hierbei nur um Bodenfeuer handelt, genügt es zumeist, wenn auf den Schutzstreifen der Boden wund erhalten und für Entfernung dürrer Hölzer und Äste fortgesetzt gesorgt wird. Wipfelfeuer durch Schutzstreifen aufzuhalten, ist weit schwieriger und hat nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn auf den Schutzstreifen Laubholzbestände erzogen werden können oder wenn sie vegetationslos und in solcher Breite ausgehalten werden, daß es dem Feuer nicht möglich ist, sie zu überspringen.

Laubholzschutzstreifen erfüllen ihre Aufgabe, wie unter 2. schon angedeutet wurde, oft nur sehr unvollkommen. Ein befriedigendes, zur Ausbildung eines schützenden Kronendaches führendes Wachstum der Laubhölzer ist auf ärmerem Boden nicht zu erwarten. Infolge des mangelnden Kronenschlusses überzieht sich der Boden gewöhnlich mit einer leicht brennbaren Gras- oder Unkrautdecke. Endlich erhöhen spätes Begrünen und Hängenbleiben des dürren Laubes bis teilweise spät ins Frühjahr hinein die Brauchbarkeit der Laubhölzer beim Anbau der Schutzstreifen eben-

falls nicht. Die Erfahrungen, die man in den Kiefernrevieren Norddeutschlands mit den Laubholzschutzstreifen gemacht hat, kennzeichnen deshalb den Laubholzanbau auf den Feuerschutzstreifen als eine in vielen Fällen verfehlte Sache.

Auf trockenem geringwertigem Boden empfiehlt es sich mehr, die Brandschutzstreifen unangebaut liegen zu lassen und dauernd wund zu erhalten. Wo die Verhältnisse es gestatten, sind die Schutzstreifen landwirtschaftlich zu benutzen und mit Hackfrüchten oder Futterkräutern, nicht aber mit Halmfrüchten, zu bestellen. Geeignete Gewächse sind Serabella, Lupine[1]) (Dauerlupine), Buchweizen und Klee. Hier und da kann auch der Anbau von Besenpfrieme oder Heckſame (Ulex europaeus L.) am Platze sein.

In welcher Breite holzleere oder landwirtschaftlich benutzte Feuerschutzstreifen ausgehalten werden sollen, hängt, wie schon hervorgehoben, von ihren Aufgaben ab.

Um Wipfelfeuer zu lokalisieren, ist es zweckmäßig, alle größeren Aufforstungsgebiete durch 100—150 m breite Trennungsstreifen in einzelne Quartiere von angemessener Größe aufzuteilen.[2]) Der mit so breiten Schutzstreifen verbundene außerordentlich große Ausfall an produktiver Fläche ist so viel als möglich dadurch zu mindern, daß die Schutzstreifen in tunlichster Anlehnung an bereits vorhandene trennende Terrainabschnitte, wie Wiesen, Althölzer, breite Wege usw. angelegt werden.

Insbesondere empfiehlt es sich, das Schneisennetz in den Dienst der Brandsicherung zu stellen und in geeigneten Abständen wenigstens einzelne Schneisen so zu verbreitern, daß Boden- und schwächere Wipfelfeuer an ihnen zum Stillstand kommen.

Da die Hauptwindrichtung bei uns die westliche ist, so sichern hauptsächlich die von Norden nach Süden oder von Nordwesten nach Südosten verlaufenden Schneisen gegen weiteres Umsichgreifen der genannten Waldfeuer. Sie werden daher vielfach speziell als „Feuergestelle" bezeichnet. Sie sind 12—15 m breit aufzuhauen.

Zu beiden Seiten ist weiterhin ein 5—10 m breiter Streifen durch Streubeseitigung, Entfernung der dürren Hölzer und Entnahme aller dürren Äste an den lebenden Bäumen bis zu 1,5 m Höhe zu sichern.[3]) Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich, die Streuschicht bis zum nackten Mineralboden zu beseitigen; es genügt im allgemeinen die Entfernung des am Boden liegenden Dürrholzes, des Hungermooses und der Nadeln. Es ist selbstverständlich, daß auch die Feuergestelle selbst von Holzwuchs, Gestrüpp, Reisig, Schlagabraum und vom Bodenüberzuge möglichst rein zu halten sind, damit das Feuer keine Nahrung findet. Diese Maßregel ist namentlich auf den durch junge Kiefernorte führenden Schneisen wichtig.

In gleicher Weise sind Wege, die als Feuergestelle dienen, sowie alle viel begangenen Fahrstraßen zu behandeln, um gegen Fahrlässigkeiten beim Tabakrauchen, Automobilbetrieb usw. zu sichern. Neben der tunlichsten Reinhaltung der Straßenplanie von Unkraut usw. ist es sowohl im Interesse des Feuerschutzes wie auch der

---

1) May: Ztschr. f. F. u. Jw. 1893, 151. — Laspeyres: das. 1898, 115.

2) Vgl. die Verfügung des Preuß. Ministeriums f. Landwirtschaft usw. vom 3. Juli 1902. Jahrb. d. preuß. Forst- u. Jagdgesetzgebung usw. 1902, 191.

3) Maske: Ztschr. f. F. u. Jw. 1901, 378; 1902, 59. M. empfiehlt, in den gefährdeten Bestandspartien jedes vierte N.-S.-Gestell und jedes zweite W.-O.-Gestell auf 12 m Breite aufzuhauen und zu beiden Seiten dieser wund gehaltenen Streifen die Streu regelmäßig abzugeben.

Trockenerhaltung des Straßenkörpers ratsam, längs der viel benutzten Wege 2—3 m breite Streifen zu räumen und diese Streifen entweder auf der ganzen Breite oder doch auf ihrer bestandsseitig gelegenen Hälfte wund zu erhalten. Besonders gefährdete Dickungen können auch durch einen an der Bestandsseite des geräumten Streifens hinlaufenden 1—2 m breiten Graben isoliert werden. Der Grabenaushub ist rabatten- oder wallartig aufzutürmen und kann in seiner Schutzwirkung durch Bepflanzen mit Birken noch verstärkt werden.

Stellenweise, z. B. in der Tucheler Heide[1]), hat sich auch das Bepflanzen des ganzen geräumten Streifens mit Birken vorteilhaft erwiesen.

Wo das Terrain die Anlage eines regelmäßigen Schneisennetzes ausschließt, wie in den Gebirgsforsten, müssen zur Unterbrechung großer Nadelholzkomplexe, sofern sich eine Trennung der Waldbrandgefahr wegen notwendig macht, besondere Feuerschutzstreifen angelegt und entsprechend unterhalten werden.

Um das Überlaufen eines auf nachbarlichem Besitz ausgekommenen Waldbrandes ins eigene Revier zu verhindern, sind längs gefährdeter Grenzen Schutzstreifen herzustellen, deren Breite und Behandlung nach denselben Erwägungen zu regeln ist wie die aller anderen Brandschutzstreifen.

Begnügt man sich mit einem nur schmalen Grenzstreifen, so ist auf ihm wenigstens ein Wundstreifen zu unterhalten, um Bodenfeuer am Einlaufen zu hindern. Zweckmäßiger ist es, die Grenzbestände auf einem 30—50 m breiten Streifen stark zu lichten, von allem dürren Material zu säubern und durch einen 5 m breiten Wundstreifen gegen die dahinterliegenden Bestände zu isolieren. Läßt sich ein solcher Schutzstreifen mit Laubholz bestocken oder mit solchem (Weißerle, Hornbaum) unterbauen, so kann mit ihm unter Umständen sogar einem heftigen Wipfelfeuer Halt geboten werden.

Wo es angängig ist, empfiehlt es sich, die Grenzstreifen mit Wegeanlagen zu verbinden.

Von größter praktischer Bedeutung sind die zum Schutze gegen Zündungen durch Lokomotivauswürfe entlang den Eisenbahnstrecken anzulegenden Schutzstreifen.

Da es schon der Kosten wegen undurchführbar ist, die von den Schornsteinen der Lokomotiven ausgeworfenen Kohlenstückchen durch hinreichend hohe und dichte Zäune, Drahtgitter oder Hecken vom Überfliegen in die angrenzenden Bestände abzuhalten, handelt es sich darum, auf beiden Seiten der Bahn einen Streifen herzustellen, auf dem alle dem Wald zufliegenden glühenden Kohlenstückchen aufgefangen werden, ohne daß sie — infolge Fehlens einer feuerfangenden Bodendecke — Zündungen hervorrufen können. Wenn solche Zündungen doch vorkommen, muß der Schutzstreifen das Feuer lokalisieren und muß zu diesem Zwecke in solcher Verfassung sich befinden, daß das entstandene Feuer von selbst wieder erlischt, ehe es in die Wipfel der Bäume schlägt.

Lange Zeit neigte man dazu, Laubholz als die sicherste Nachbarschaft an Eisenbahnstrecken anzusehen. Die Unrichtigkeit dieser Ansicht (vgl. S. 79), sowie der Umstand, daß es vielfach ganz unmöglich ist, auch nur eine niederwaldartige Laubholz-

1) Schütte: D. Tucheler Heide, S. 34.

bestockung auf den Schutzstreifen fertig zu bringen, führte zur Empfehlung vollkommen holzleerer, wo angängig landwirtschaftlich benutzter Streifen. Alljährliches Wundmachen derselben sollte dem oben erwähnten Entstehen von Zündungen vorbeugen. Vielfach verstärkte man den holzleeren Schutzstreifen auch noch durch Ausheben eines sog. Brandgrabens am bestandsseitigen Rande und durch Bepflanzen des auf der Bahnseite wallartig aufgehäuften Grabenaushubes mit Birken, um auf diese Weise dem Feuer das Überlaufen in den Bestand zu erschweren und um in dem Laubholzstreifen einen Funkenschirm zu schaffen.

Die Erfahrung[1]) hat aber gelehrt, daß diese holzleeren, oft auch noch durch Quergräben in Felder geteilten Sicherheitsstreifen nicht genug leisten. Sie werden zu leicht überflogen. Ihr Wert sinkt um so mehr, je schmäler sie sind. Sollen die gefährlichen Kohlenstückchen alle auf ihnen niederfallen, so müssen die Schutzstreifen sehr breit sein.

Die Entfernung, bis zu welcher Lokomotivauswürfe zu zünden vermögen, ist natürlich keine konstante Größe, sondern wechselt, von etwaigem fehlerhaften Zustande der einzelnen Lokomotive ganz abgesehen, mit der jeweiligen Zündungsgefahr, der Windstärke und Windrichtung, der Geländeausformung, dem Verlauf und den Steigungsverhältnissen der Bahn.

Burckhardt[2]) gibt nach Beobachtungen im hannöverschen Flachlande an, daß von 130 nachgemessenen Zündungen 96 innerhalb der ersten 19 m vom Rande des Bahnkörpers, 27 zwischen 19 u. 28 m, 5 zwischen 28 u. 47 m und 2 zwischen 51 u. 65 m erfolgten und daß ausnahmsweise eine Zündentfernung von reichlich 120 Schritten beobachtet wurde.

Durch Urteil vom 18. April 1912 hat das Reichsgericht[3]) ein von der Vorinstanz gegen den Eisenbahnfiskus gefälltes Urteil auf Leistung von Schadenersatz bei einem 143 m abseits des Bahndammes ausgebrochenen Waldbrande bestätigt und ist damit der Ansicht der Vorinstanz beigetreten, daß eine so entfernte Zündstelle noch nicht außerhalb des Flugbereiches eines von starkem Wind fortgetragenen Funkens liegt. Kienitz[4]) hält Zündungen auf 150 m für ausgeschlossen; die ihm vorgekommene weiteste Entfernung einer Zündung durch die Bahn betrug 73,6 m.

Selbst wenn die nur ganz ausnahmsweise vorkommenden weiten Zündungen unbeachtet gelassen werden, geht aus den vorhandenen Beobachtungen hervor, daß eine Breite der holzleeren Schutzstreifen von 30 m nicht genügt, um die angrenzenden Bestände vor zündenden Lokomotivauswürfen zu schützen. Bei Anwendung derartig breiter Sicherheitsstreifen würde 1 km Bahnstrecke 6 ha unproduktive Fläche zur Folge haben. Ein derartiges Opfer wäre aber nur dann gerechtfertigt, wenn die Schutzwirkung eine absolute sein würde und wenn nicht überdies noch die Gefahr bestände, daß durch den breiten Schutzstreifen die Feuersgefahr nicht nur nicht vermindert, sondern infolge stärkerer Windrichtung noch erhöht wird (Lehnpfuhl a. a. O. 657). Die dem Forstmeister Dr. Kienitz-Chorin zu dankende Reform in der Behandlung der Eisenbahnschutzstreifen gründet sich zum wesentlichen Teil mit auf die Beobachtung, daß die Feuersgefahr einer Bahnlinie geringer ist, wenn der Bestand dicht an die Geleise herantritt. Auf leichten trockenen Böden kommt außerdem noch hinzu, daß durch breite vegetationslos und wund gehaltene Schutzstreifen Flugsandbildung und damit Versandungsgefahr für die Bahnlinie entstehen.

---

1) Vgl. Lehnpfuhl: Erfahrungen u. Gedanken über Waldbrände. Ztschr. f. F. u. Jw. 1901, 635. — 2) Die Schutz- u. Sicherheitsstreifen an Eisenbahnen. A. d. Walde, Heft II, 25, hier 29. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1912, 256. Vgl. auch Forstw. Zbl. 1911, 671; D. Forst-Ztg. 1911, 976. — 4) Bericht üb. d. 13. Vers. d. Deutsch. Forstvereins 1912, 161.

Um die mit breiten, holzleeren Eisenbahnschutzstreifen verbundenen, mehr oder minder hervortretenden Nachteile zu beseitigen und den Wald wirksamer gegen die Zündungen durch Lokomotivauswürfe zu schützen, hat Kienitz[1]) in sehr verdienstvoller Weise ein anderes Schutzstreifenverfahren für die Kiefernwälder der nordeuropäischen Ebene empfohlen. Das Verfahren ist im wesentlichen das gleiche wie das schon von Burckhardt (a. a. O. S. 40) beschriebene, in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts bei der preußischen Ostbahn mit Erfolg erprobte.

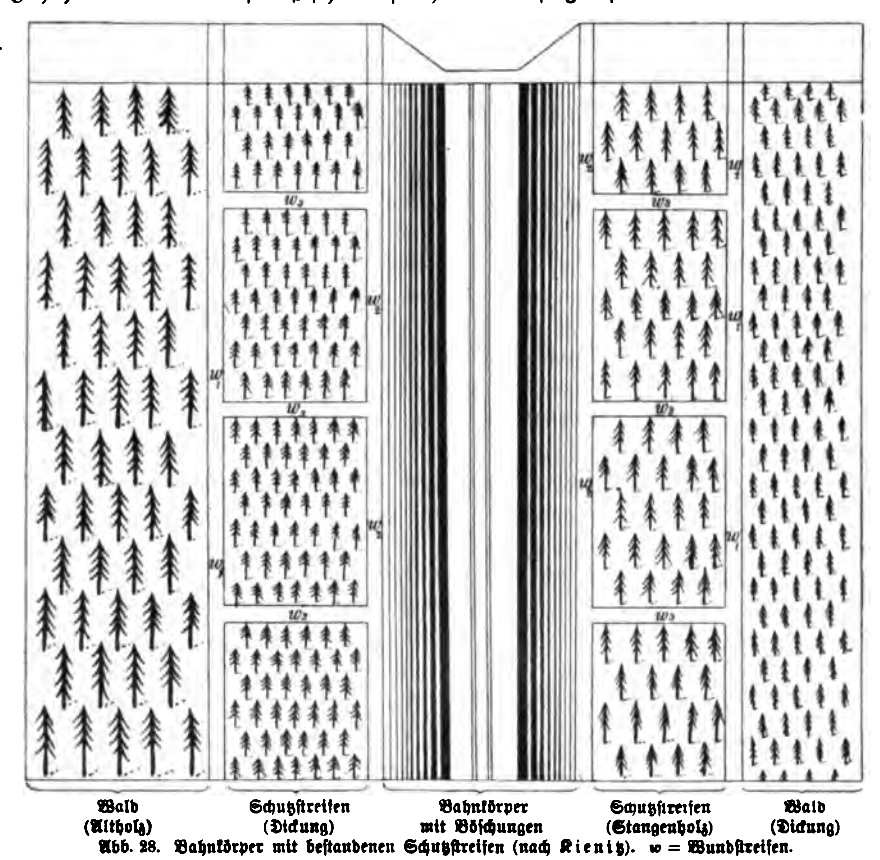


Abb. 28. Bahnkörper mit bestandenen Schutzstreifen (nach Kienitz). w = Wundstreifen.

Die mittlerweile von den Forstbehörden und von den Generaldirektionen der Eisenbahnen in Preußen[2]), Bayern[3]) und Sachsen[4]) angenommenen und in ziemlich übereinstimmender Weise zur Durchführung angeordneten Vorschläge von Kienitz befassen sich mit der Anlage 12 bis 15 m (in Sachsen 25 m) breiter, mit Bäumen (in erster Linie Kiefer, dann Fichte und Laubhölzer) besetzter Streifen (Abb. 28), die

1) Ztschr. f. F. u. Jw. 1901, 447; 1902, 230; Forstw. Zbl. 1903, 398. — Ders.: Maßregeln zur Verhütung von Waldbränden. Berlin 1904. — Mittlgn. d. Deutsch. Forstvereins 1905, 34. — 2) Jahrb. d. Preuß. Forst- und Jagdgesetzgbg. usw. 1905, 35. Allg. F. u. J.-Ztg. 1905, 314. Zbl. f. d. ges. Fw. 1905, 271. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1906, 203. Forstw. Zbl. 1906, 284.

4) In Sachsen wurden bereits durch Generalverordnung des Finanzministeriums vom 28. April 1900 „Maßregeln zur Verhütung von Waldbränden durch Funkenflug der Loko-

6*

gegen den Wald durch einen 1,5—2 m breiten, wund zu haltenden Steig oder Graben (w_1) und gegen die Bahnböschung durch einen 1 m breiten, wund zu haltenden Streifen (w_2) abgegrenzt sind. Die beiden Wundstreifen sind von 20 zu 20 oder mehr m miteinander durch ebenfalls wund zu haltende Quersteige (w_3) zu verbinden.

Der zunächst den Geleisen entlang laufende Wundstreifen (w_2) hat die Aufgabe, jedem der an der Böschung durch Entzündung des Grases usw. leicht entstehenden Feuer Halt zu bieten. Zünden die auf den bestandenen Schutzstreifen niederfallenden Kohlenstückchen, so darf das Feuer nicht so viel Brennstoff auf dem Boden des Bestandes finden, daß es in die Kronen der Bäume schlägt, oder daß es mächtig genug wird, die an der Waldseite bzw. quer verlaufenden Wundstreifen (w_1 und w_3) zu überspringen. Auf dem Schutzstreifen müssen deshalb alle leicht brennbaren Stoffe (trockenes Reisig, Heidekrautüberzug, Rohhumusmassen usw.) im Herbst oder zeitigen Frühjahr entfernt und alle dürren und unterdrückten Zweige des anstehenden Bestandes bis zu 1,5 m Höhe beseitigt werden. Auch tief herabhängende grüne Äste sind wegzuschneiden. Nur der von den grünen Ästen des Schutzbestandes nach dem Bahnkörper hin gebildete Waldmantel ist unberührt zu lassen. Je geschlossener er ist, um so mehr werden die leichteren, weiter fliegenden Funken abgefangen und vom Überfliegen in den hinter dem Schutzstreifen liegenden Bestand abgehalten. Die Gefahr, daß die Kronen des Schutzbestandes durch auffliegende Kohlenstückchen direkt in Brand geraten, liegt bei keiner Holzart, vielleicht mit Ausnahme des Wachholders, vor.

Auf dem Schutzstreifen ist ein möglichst dichter Funkenschirm durch Erziehung vollkroniger, also nicht zu eng stehender Bäume zu schaffen. Die Bestandsbegründung erfolgt am zweckmäßigsten durch Pflanzung kräftiger Pflanzen (Ballenpflanzen) in mit der Bahn gleichlaufenden, 1,2—1,3 m voneinander entfernten Reihen. Man setzt die Pflanzen so, daß die eine Reihe die Zwischenräume der anderen deckt, also im Dreiecksverband. So lange der Schutzbestand noch so niedrig ist, daß das Bodenfeuer in die Kronen zu schlagen vermag, muß der Boden zwischen den Pflanzreihen alljährlich einmal, und zwar möglichst zeitig im Frühjahr (Februar), gehackt, umgeplaggt oder sonstwie verwundet und von Gras, Heide und anderem leicht brennbaren Deckmaterial befreit werden. Desgleichen ist dauernd für Entfernung der trocknen und unterdrückten Äste, für Regelung des Standraumes der Pflanzen, namentlich aber dafür zu sorgen, daß die den Schutzstreifen begrenzenden und durchquerenden Wundstreifen immer frei von brennbaren Stoffen sind.

Das Wundmachen ist, wenn möglich, mit dem Pfluge zu besorgen. Man pflügt tief genug, um den Rohboden nach oben, die Bodennarbe aber möglichst unterzubringen. Auf verheideten Böden erhält man gute, der Heidewucherung wirksam widerstehende Wundstreifen dadurch, daß man die nicht allzu tief gepflügten Streifen mit der Roll- oder Scheibenegge bearbeitet. Auf weniger benarbten Boden leistet das Überfahren der Wundstreifen mit einem Grubber gute Dienste. In diesem Falle empfiehlt es sich, den Wundstreifen die in Abb. 29 dargestellte Form zu geben, damit man ohne Unterbrechung und dementsprechend billiger zu arbeiten vermag. Wenn Bäume oder Stöcke die Anwendung von Pflug oder Grubber unmöglich machen, muß die weit teurere Hacke in Tätigkeit treten und der Boden abgeplaggt werden.

motiven" erlassen, die inhaltlich den späteren Vorschlägen von Kienitz nahestehen (Thar. Jhrb. 1901, 224). Diese, sowie die 1902 und 1905 hierzu ergangenen Verfügungen sind durch eine von der Eisenbahnverwaltung im Einvernehmen mit der Forstverwaltung erlassene Dienstvorschrift vom 29. Jan. 1910 (Thar. Jhrb. 1911, 281) im Sinne der Kienitzschen Maßregeln erweitert bzw. ergänzt worden.

Durchläuft die Bahn Moorgebiete, so kann es sich unter Umständen notwendig machen, die Sicherheitsstreifen durch Aufschütten von Sand in verstärktem Maße vor Zündungen zu schützen.

Für den Schutzbestand wird von Kienitz eine Umtriebszeit von 60 bis 80 Jahren empfohlen. Gleichzeitiges Abholzen des Schutzbestandes zu beiden Seiten des Bahnkörpers ist streng zu vermeiden, um einer zu starken Entfaltung des Windes vorzubeugen. Ebenso darf der hinter dem Schutzstreifen liegende Bestand erst dann abgetrieben werden, wenn der Schutzstreifenbestand hoch genug ist, um alle überfliegenden Funken abzufangen.

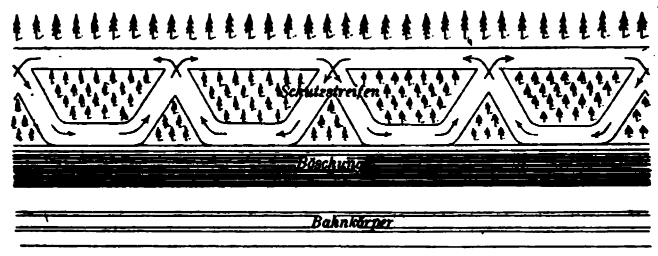


Abb. 29. Schutzstreifen mit für Grubberbearbeitung eingerichteten Wundstreifen (nach Kienitz).

Wo es, wie bei Neuaufforstungen und bei Anlage neuer Bahnstrecken, unvermeidlich ist, daß gefährdete junge Bestände an noch unfertige, ebenfalls junge Schutzstreifen stoßen, ist es in allen gefährdeteren Partien ratsam, einen zweiten Schutzstreifen neben dem ersten anzulegen und so lange zu unterhalten, bis der Bestand des vorderen Schutzstreifens herausgewachsen und das Hintergelände zu schützen imstande ist.

Erhöhte Aufmerksamkeit verlangt die Herstellung und Unterhaltung der Schutzstreifen bzw. Schutzbestände an den äußeren Seiten von Kurven, weil hier besonders viele Funken und Kohlenstückchen in den Bestand hineingetrieben werden, sobald der Wind in der Bahnrichtung weht und die Kurve von der Windrichtung abweicht. Auch dort, wo der Bahnkörper durch hohe Dammschüttungen aus der Umgebung herausgehoben ist, kann eine gesteigerte Sicherung durch Anlage doppelter Schutzstreifen richtig sein, wenn oder so lange der den Geleisen benachbarte Streifen keinen wirksamen Funkenschirm darstellt. Hingegen vermindert sich die Gefahr in dem Maße, in welchem die Bahn ins Gelände eingeschnitten ist. Es genügt in solchem Falle unter Umständen, die allein, aber sehr intensiv durch Funkenflug gefährdete Böschung durch einen ordnungsmäßig gehaltenen Wundstreifen von dem anstoßenden Wald zu trennen.

Aus der vorstehenden Beschreibung der von Kienitz empfohlenen Schutzstreifen geht hervor, daß diese den Wald vor Zündungen durch Lokomotivauswürfen in erfolgreicherer Weise zu schützen vermögen wie die früher üblichen holzleeren oder Laubholzstreifen. Ihre Anlage und Unterhaltung macht natürlich Aufwendungen nötig. Diese stellen sich aber verhältnismäßig niedrig und sind um so eher erträglich, weil die Schutzstreifen keinen Verlust an Holzbodenfläche bedingen, und weil sie auch die hier und da erwünschte Sicherung der Schienen vor Flugsand gewährleisten.

4. Auch außerhalb der dem besonderen Feuerschutz dienenden Schutzstreifen sind in brandgefährdeten Revieren alle der Reinlichkeit und Ordnung nachgehenden Maßnahmen zu beachten. Hierzu gehören vornehmlich: baldige Entfernung aller abgestorbenen und kranken Stämme aus den Beständen, rasche Abfuhr der Durchforstungshölzer, Beseitigung des Schlagabraumes und des Durchforstungsreisigs durch Verbrennen oder durch Einrichtung einer geordneten Leseholznutzung.

5. Rechtzeitige Durchforstungen mit Erhaltung eines der Bodentätigkeit dienlichen Bestandsschlusses. Begrünung des Bodens mit Standortsgewächsen und Trockentorfbildung sind zu verhindern.

6. Bekämpfung der Ansiedelung der Heide auf den Kulturen durch gute Bodenbearbeitung, stärkere Mineraldüngung[1]) (Kalk, Thomasmehl, Kalisalz), vor allem aber durch regelmäßiges Ausrupfen der Heidepflänzchen. Ebenso ist für Ausschneiden anderer leicht feuerfangender Standortsgewächse, namentlich des sehr leicht brennbaren Blaugrases (Molinia coerulea Mnch.), sowie der abgestorbenen Wedel des Adlerfarns in gefährdeten Partien Sorge zu tragen.

7. Erhaltung guter Waldmäntel an allen Bestandsgrenzen.

8. Umgebung der Brandhaine (in den Hackwaldungen, sowie beim Heide- und Moorbrennen) mit wunden Streifen von etwa 5—10 m Breite. Anstoßender Nadelwald verlangt breitere Streifen als Laubwald.

9. Umgebung der Torflager im Walde mit tiefen Gräben.

b) Technische Vorbeugungsmittel.

Um alle Zündungen durch Lokomotiven und alle die hieraus sich ergebenden Entschädigungsansprüche aus der Welt zu schaffen, liegt nichts näher als das Streben, die Lokomotiven mit Vorrichtungen gegen das Auswerfen glühender Kohlenstückchen zu versehen. Leider sind die dahingehenden Bemühungen und Versuche der Eisenbahntechniker noch nicht von dem gewünschten vollen Erfolge begleitet gewesen. Alle Vorrichtungen, die das Herausschleudern von Kohlenstückchen aus dem Schornstein wirksam verhindern, hemmen zugleich den notwendigen Luftzug in störendster Weise.[2])

Immerhin ist die dauernde Fürsorge für guten Zustand und richtige Handhabung aller zulässigen Funkenlöscheinrichtungen eine der wichtigsten Maßregeln zur Verhütung von Waldbränden.

Jede Lokomotive muß mit einem verschließbaren, an den Feuerkasten sich anschließenden Aschekasten und mit einer das Auswerfen von glühenden Kohlen wirksam verhütenden Vorrichtung versehen sein (Bahnpolizei-Regl. f. d. Eisenbahnen Deutschlands vom 30. Nov. 1885). Sache der Maschinen- und Werkstättenämter ist es, diese Einrichtungen fortgesetzt zu überwachen und die rechtzeitige Instandsetzung mangelhaft gewordener Teile zu veranlassen.

Bei der Heizung der Lokomotiven sind, namentlich im Frühjahr, Brennstoffe zu vermeiden, die, wie Braunkohlen und Torf, viel Aschebestandteile enthalten und mehr unvollständig verbrannte Rückstände und Auswürfe ergeben.

An stark gefährdeten Stellen sind die Telegraphenstangen mit in die Augen fallenden Bändern von weißer Ölfarbe zu versehen. Beim Befahren derartiger Strecken müssen alle Maßnahmen ergriffen werden, um das Auswerfen von Funken aus der

---

1) Kellermann: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 177.

2) Vielleicht erfüllt ein neuer Funkenfänger, der zurzeit einigen Eisenbahnverwaltungen zur Erprobung und Begutachtung vorliegt, die an eine brauchbare Schutzvorrichtung gegen Funkenflug zu stellenden Anforderungen. Der Grundgedanke dieses neuen Apparates besteht darin, die Rauchgase und die von ihnen mitgeführten festen, brennenden Teile nicht mehr senkrecht im Schornstein aufsteigen zu lassen, sondern sie in eine Drehbewegung zu versetzen, so daß sie spiralig an den Wänden des Schornsteins emporsteigen. Die brennenden Auswürfe werden durch diese Drehung in einen seitlichen Umbau des Schornsteins geschleudert und von da in den Aschebehälter abgeführt. Sie gelangen also nicht an den oberen Schornsteinrand (D. Forst-Ztg. 1913, 222; Bericht d. sächs. Forstvereins 1912, 315).

Esse oder aus dem Aschekasten zu verhüten. Insbesondere ist hier das mit stärkerem Funkenflug verbundene Nachfeuern der Lokomotiven auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken (vgl. § 5 f. der sächs. Dienstvorschrift „Maßregeln zur Verhütung von Waldbränden" v. 29. Jan. 1910).

B. Bekämpfung.

a) Vorbeugende Löschmaßregeln.

Jedes Waldfeuer läßt sich relativ leicht bekämpfen, so lange es im Entstehen ist. Die Einrichtung eines guten Feuerwach- und Feuermeldedienstes gehört deshalb neben den oben betrachteten Vorbeugungsmaßregeln zu den wichtigsten und unerläßlichsten Vorbedingungen eines erfolgsicheren, vor größeren Schäden bewahrenden Feuerschutzes. Weitere Maßregeln zur Förderung der Bekämpfungsmöglichkeit sind: Bereitstellung und Herbeischaffung genügender, mit den Löscharbeiten hinreichend vertrauter Arbeitskräfte und Ausrüstung derselben mit geeigneten Werkzeugen.

1. Der Feuerwach- und Meldedienst. Seine Aufgabe besteht darin, den Ausbruch eines Waldfeuers und den Brandort schnell festzustellen und so rasch wie möglich zur Kenntnis der die Bekämpfung durchführenden Arbeitskräfte und Dienststellen zu bringen.

Zu diesem Zwecke hat in gefährdeten Revieren und Zeiten eine geordnete, aufmerksame Überwachung des Waldes zu erfolgen, und zwar

a) durch Aussendung von Patrouillen entlang den Eisenbahnen und viel begangenen Wegen, sowie durch Aufstellen stehender Posten an besonders gefährdeten Stellen der Bahnlinie;

b) durch Aufstellen von Feuerwächtern auf erhöhten Punkten. Wo, wie in der Ebene natürliche Beobachtungsstationen (Berge, erhöhte Kuppen, isolierte Felskegel) nicht vorhanden sind, müssen Feuerwachtürme errichtet werden.



Abb. 30. Seitzscher Feuerwachturm. Es brennt innerhalb des Löschbezirkes in der Richtung Kugel, Kreisel, Kegel (blau, schwarz, rot).

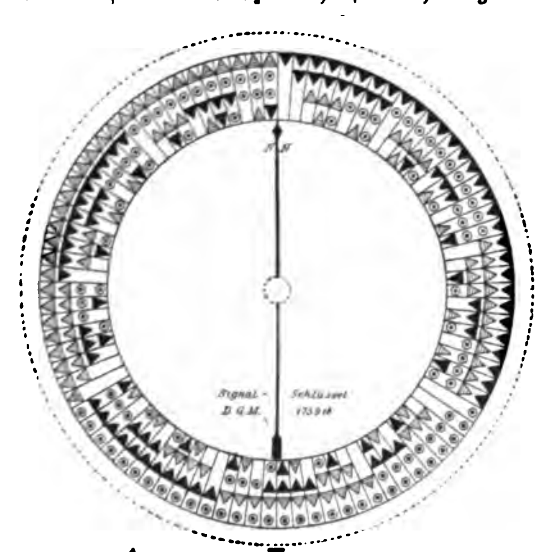
Mit welchen Einrichtungen zum Erkennen des Feuers, Bestimmen des Brandortes, sowie zur Durchführung des Melde- und Alarmierungsgeschäftes ein derartiger Feuerwachturm zu versehen ist, zeigt in vorbildlicher Weise der von Oberförster Seitz[1]) konstruierte „Feuerwachturm mit Signaleinrichtung", D.G.M. 175918 (Abb. 30). Durch Einführung des Seitzschen Systems ist zuerst von der Standesherrschaft Muskau in überzeugender Weise

1) Ztschr. f. F. u. Jw. 1902, 286; 1903, 285. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1903, 141. — N. forstl. Bl. 1905, 89. — Seitz: Feuerwachturm mit Signaleinrichtung. 1902.

der Beweis geliefert worden, wie in einem großen zusammenhängenden Kieferngebiete die unvermeidlichen Brandschäden auf ein Mindestmaß beschränkt werden können.

Das zu schützende Gebiet ist mit einem möglichst umfassenden Netz von Türmen zu überziehen. Die Türme sind tunlichst in der Nähe von Ortschaften, Forsthäusern oder sonstigen Hilfsstationen mit 3—5 km Abstand untereinander zu errichten und sind so aufzustellen, daß sie eine weite Aussicht bieten und gegenseitig, sowie von möglichst vielen Verkehrspunkten aus selbst sichtbar sind.

Das Wesentliche des einzelnen ganz aus Holz ohne Steinfundament bestehenden Turmes ist die von Seitz erdachte sinnreiche Signaleinrichtung. Auf der obersten Etage des Turmes befindet sich ein Signaltisch mit einer nach Norden orientierten Signalscheibe, einer Kreisfläche, deren äußere Zone radial in 90 Teile geteilt ist (Abb. 31). Jeder dieser Teile ist mit besonderen Signalzeichen versehen, die in Form und Farbe bestimmten auf dem Turme vorrätigen Signalkörpern (Korbgeflechte: roter Kegel, schwarzer Kreisel, blaue Kugel) entsprechen. Im Falle eines Brandes stellt der Turmwächter die im Mittelpunkt der Signalscheibe angebrachte drehbare Visiereinrichtung auf die Brandstelle ein und hißt an einem den Turm überragenden aus zwei Stangen bestehenden Hauptmaste diejenigen Signalkörper, die von der Visierlinie auf der Signalscheibe geschnitten oder angeschnitten werden (Abb. 30). Die Forstbeamten besitzen der Turmsignalscheibe entsprechend eingeteilte kleine Signalscheiben (Signalschlüssel) (Abb. 31) und sind mit Hilfe dieses Signalschlüssels und ihrer Revierkarte, auf der sämtliche Feuerwachttürme mit ihren Hauptrichtungslinien eingezeichnet sind, in der Lage, nach jedem auf einem Turm aufgezogenen Signal die Richtung des Feuers zu bestimmen. Weiter sind zur Orientierung der Löschmannschaften (Waldarbeiter usw.) in den Ortschaften, an Wegen und sonstigen Verkehrspunkten, von denen aus die Signale eines Turmes sichtbar sind, an Bäumen oder Pfählen Signaltafeln angebracht, welche ebenso wie die Signalschlüssel die den Signalscheiben der Türme entsprechenden Zeichen und die Ortsbezeichnungen enthalten. Das Format dieser Signaltafeln ist so groß, daß jedermann die Zeichen und Namen vom Wege aus deutlich erkennen kann. Die Signaltafeln gelten nur für den einzelnen dazu gehörigen Turm. Ein Vergleich des auf dem betreffenden Turm aufgezogenen Signals mit der Signaltafel sagt dem Beschauer, in welcher Gegend des Revieres das Feuer zu suchen ist, in welcher Richtung er also zu laufen hat, um an die Brandstelle zu gelangen. Kommt ein mit Signalschlüssel und Revierkarte versehener Forstbeamter auf dem Wege zum Brande an einem Punkte vorüber, von dem aus ein zweiter Feuerwachtturm sichtbar ist, so findet er, sobald der zweite Turm, wie zu erwarten, ebenfalls den Brand anvisiert und die der Visur entsprechenden Signale aufgezogen hat, eine zweite Richtungslinie zur Bestimmung des Brandortes. Dieser muß dann im Schnittpunkt der beiden Richtungslinien liegen. Nach dem bekannten Prinzip des Einschneidens läßt sich auf diese Weise die Brandstelle mit ziemlicher Genauigkeit feststellen, sobald die Entfernung nicht zu groß ist.



▲ roter Kegel ▼ schwarzer Kreisel ● blaue Kugel.

Abb. 31. Seitzscher (farbiger) Signalschlüssel.
Die auf dem Signaltische des Turmes angebrachte Signalscheibe ist in derselben Weise eingeteilt.

Sind die Feuerwachtürme noch an das Telephonnetz angeschlossen, so kann der Wächter des einzelnen Turmes das von ihm aufgezogene Signal oder bequemer eine dieses Signal bezeichnende Nummer nach den nächstgelegenen Ortschaften, Forsthäusern usw. melden. Zwei dort einlaufende Meldungen verschiedener das gleiche Feuer beobachtender Türme genügen dann, um unter Zuhilfenahme von Karte und Signalschlüssel im Zimmer die Brandstelle zu ermitteln.

Außer den oben genannten, am Turmmast aufzuziehenden Signalkörpern befindet sich auf jedem Turme noch ein besonderes Flaggensignal, das in der Richtung des Feuers dann ausgesteckt wird, wenn es im Löschbezirk des Turmes (etwa eine Meile im Umkreise) brennt. Endlich sind die Feuerwächter noch mit akustischen Signalen (tönernen Feuerhörnern) ausgerüstet, die zur Alarmierung der in der Turmnähe befindlichen Arbeiter usw., sowie dazu dienen, die Aufmerksamkeit auf die optischen Signale zu lenken.

Der Wert des Seitzschen Sicherungssystem besteht darin, daß es mit seiner Hilfe gelingt, hinreichende Löschmannschaften schnell an den Brandplatz zu bringen, ohne daß diese Mannschaften an bestimmten Hilfsstationen vorher in Bereitschaft gehalten werden. Weder Forstbeamte noch Arbeiter sind auch in feuergefährlichen Zeiten an ihre Wohnhäuser oder Arbeitsstellen gebunden. Sie können im Reviere zerstreut sein; trotzdem wird jeder einzelne von ihnen, vorausgesetzt, daß die Turmwächter nicht versagen, sofort nach dem Aufgehen eines Feuers durch die Wachtürme über Brand und Brandort unterrichtet. Auf diese Weise werden die bei allen Waldbränden so überaus schwerwiegenden Zeitverluste durch Heranholen weit entfernter Löschmannschaften vermieden. Rechtzeitige Hilfe bedeutet bei Waldbränden aber außerordentlich viel: ein einzelner schnell an Ort und Stelle eintreffender Mann vermag oft ein Feuer im Keime zu ersticken, dem nach einer Stunde Hunderte von Löschmannschaften hilflos gegenüber stehen.

In der 13800 ha großen Oberförsterei Jagdschloß (Standesherrschaft Muskau) gelang es mit Hilfe der Seitzschen Türme in der Zeit 1892—1904 67 Brände auf die geringe Fläche von 47 ha zu beschränken. 1904—1911 betrug die Brandfläche bei 58 Bränden sogar nur 21 ha. Dabei wurden Bestände auf nur 10,72 ha durch das Feuer vernichtet. [1])

Die Kosten für Errichtung und Bemannung der Türme sind keineswegs hohe. Die erste Herstellung und Ausrüstung eines 18 m hohen Turmes kostet nach Seitz rd. 450 Mk. Die Unterhaltung eines Turmes stellt sich für ein Jahr auf rd. 50 Mk.; dazu kommt ein Wachposten mit 100 Mk. auf ein Jahr, so daß ein Turm einen Kostenaufwand von 150 Mk. im Jahre erfordert. Beherrscht ein Turm, wie in Muskau, durchschnittlich 1500 ha, so beträgt die Gesamtausgabe — von den einmaligen Herstellungskosten abgesehen — rd. 10 Pfg. für 1 ha im Jahre.

Die einmalige Gebühr für Benutzung des gesetzlich geschützten Gebrauchsmusters einschl. Lieferung der Konstruktionszeichnung und Kostenanschlag zu der gesamten Einrichtung beträgt für eine Oberförsterei oder einen etwa gleich großen Besitz 50 Mk.

Die Signalvorrichtungen des Systems Seitz oder ähnliche optische Signale lassen sich auch auf Aussichtspunkten und anderen natürlichen Beobachtungsstationen anbringen bzw. in den Dienst eines auf andere Weise durch Boten, Radfahrer oder Fernsprecher usw. geordneten Meldewesens einstellen. Jede Beobachtungsstation muß jedenfalls mit Orientierungsscheiben und Visiereinrichtungen ausgerüstet sein. [2])

Mit Zielvorrichtungen zur Bestimmung des Brandherdes mit Hilfe eines Einschneideverfahrens im ungefähren Sinne des Systems Seitz sind nach Herwig (Allg. F. u. J.-Ztg. 1911, 40) auch Feuerwachtürme in Westfalen versehen.

Ein geordneter Feuermeldedienst verlangt ferner das Bestehen einer allgemeinen Anzeigepflicht. Durch gesetzliche oder auf dem Verordnungswege zu erlassende

1) Bernhard: Bericht d. Sächs. Forstverein's 1912, 220. — 2) Vgl. d. Verfügung d. preuß. Ministeriums f. Landwirtschaft usw. v. 8. April 1912.

Bestimmungen ist jeder, der einen Waldbrand wahrnimmt, zu verpflichten, wenn die sofortige Unterdrückung des Brandes nicht gelingt, so schnell als möglich dem nächsten Forst- oder Gemeindeamt Anzeige zu machen (vgl. Art. 6 der württemb. Waldfeuerlöschordnung v. 4. Juli 1900).

Um richtige Meldungen zu ermöglichen, empfiehlt es sich, im Walde Ortsbezeichnungen in hinreichender Menge anzubringen. Weitgehende, bis auf die kleinen Nebenwege sich erstreckende Bezeichnungen der Einteilungslinien und Wege erleichtern auch den Hilfsmannschaften schnelles Eintreffen am Brandplatz.

Durchaus zweckmäßig ist auch die Anordnung der Preuß. Eisenbahnverwaltung, nach welcher das Bahnbewachungs-, Stations-, Zug- und Lokomotivpersonal angehalten ist, wahrgenommene Waldbrände sofort telephonisch oder auf anderem geeigneten Wege mit Angabe der ungefähren Entfernung vom Bahnwärterhaus, der Station usw. der nächsten Eisenbahnstation zu melden. Von hier aus wird die Meldung an die nächsten Ortsvorsteher, Bürgermeister oder an die Oberförsterei dann weitergegeben.[1])

In mehreren preuß. Eisenbahndirektionen sind die Bahnwärter mit Signalhupen ausgerüstet, um Fernsignale bei Waldbränden geben zu können. Die Einrichtung hat sich bewährt, so daß ihre Verallgemeinerung zu erwarten ist.[2])

Endlich empfiehlt es sich, auch dort, wo eine allgemeine Anzeigepflicht wahrgenommener Waldbrände besteht oder wo die Meldung von hierzu bestellten Personen (Feuerwächtern) geschieht, schnelle und richtige Meldungen zu belohnen. Zu reichliche Belohnungen sind allerdings gefährlich, weil sie zu absichtlichen Brandstiftungen verleiten können.

2. Beschaffung hinreichender, mit den Löscharbeiten vertrauter und richtig ausgerüsteter Arbeitskräfte.

Als Löschmannschaften kommen in erster Linie die Waldarbeiter in Betracht. Sie in gefährlichen Zeiten an einer Arbeitsstelle (Schlag, Wegebau) zu konzentrieren, ist weniger ratsam als ihre Verteilung in Gruppen über die brandgefährdeten Teile des Revieres. Die Schnelligkeit ihres Erscheinens am Brandplatz ist, wie schon oben erwähnt, zunächst wichtiger als ihr Erscheinen in größerer Kopfzahl. Ihre Alarmierung erfolgt durch Boten (Fahrradboten) bzw. akustische Signale (Feuerhörner, Signalhupen). In gleicher Weise oder mit Benutzung von Fernsprechern sind die nächstgelegenen Forstbeamten und Ortschaften zu alarmieren, um sowohl Feuerwehren wie auch andere Personen zur Hilfeleistung herbeizurufen.

Die Feuerwehren kommen der Aufforderung zur Hilfeleistung wohl durchgehends willig nach, auch wenn sie nicht, wie in Sachsen und Württemberg verpflichtet sind, auf behördliches Erfordern zur Bekämpfung von Waldfeuern auszurücken.

Andere Personen sind durch § 360, 10 RStGB. bzw. durch gleiche oder weitergehende landesgesetzliche Bestimmungen[3]) zur Nothilfepflicht bei Waldbränden verpflichtet, sobald sie von den zuständigen Beamten (Polizeibehörde, Waldbesitzer oder deren Vertretern) zur Hilfeleistung aufgefordert werden und machen sich strafbar, wenn sie einer solchen Aufforderung nicht Folge leisten, vorausgesetzt, daß sie der Aufforderung ohne erhebliche eigene Gefahr oder ohne erheblichen eigenen Nachteil genügen konnten.

Befindet sich eine Garnisonstadt in der Nähe des vom Feuer heimgesuchten Revieres, so empfiehlt es sich, bei jedem größeren Brande die Hilfe der Militärbehörde anzurufen.

---

1) D. Forst-Ztg. 1911, 916. — 2) Das. 1911, 399.

3) Die Nothilfepflicht bei Waldbränden schreiben u. a. vor: Preußen, Feld- u. Forstpolizeiges. 1880, § 44, 4; Sachsen, Forst- u. Feldstrafges. 1909, § 32; Württemberg, Forstpolizeiges. 1902, Art. 30, 4; Waldfeuerlöschordng. 1900, Art. 6; Hessen, Forststrafges. 1904, Art. 36, 5.

Die Ausrüstung der Löschmannschaften hat in Schaufeln, Spaten, Breit- und Rodehauen, Äxten und Beilen zu bestehen und ist, wenn möglich, schon beim Ausrücken zu kontrollieren. Die Mitnahme von Spritzen seitens der Feuerwehren ist im allgemeinen zwecklos, weil bei Waldbränden nur in seltenen Fällen ausreichendes und nutzbar zu verwendendes Löschwasser zur Verfügung steht.

Den Waldarbeitern ist in feuergefährdeten Zeiten die Mitnahme einer Schaufel oder eines Spatens neben Axt und Säge zur täglichen Arbeit zur Pflicht zu machen. Außerdem ist es erwünscht, daß in geeigneten, im oder am Walde gelegenen Gehöften, Forsthäusern usw. eine Anzahl brauchbarer Feuerlöschgerätschaften ständig vorrätig gehalten werden, um die vielfach ohne jedes Werkzeug ausrückenden, der Dorfbevölkerung angehörenden Hilfsmannschaften einigermaßen ausrüsten zu können. Auch die Bereitstellung von Kienfackeln in den Förstereien usw. zum Anlegen von Gegenfeuern belohnt sich in vielen Fällen.

Wenn möglich sind die Löschmannschaften auf Wagen an den Brandplatz zu befördern, um sie möglichst rasch und frisch heranzubringen.

In der keineswegs unwichtigen Ausrüstungsfrage ist Nordamerika mit einer nachahmungswerten Einrichtung vorangegangen. In Massachusetts sind von einer Anzahl Ortschaften zum Zwecke der Waldfeuerbekämpfung Feuerwagen eingerichtet worden, die mit Werkzeugen (Schaufeln, Spaten, Äxten), Wasserkannen und Feuerlöschern ausgerüstet sind. Außerdem sind sie mit den nötigen Chemikalien (Soda und Säuren) versehen, um die Löscher sofort wieder auffüllen zu können.

Unter dem Namen „Fladers Waldbrandgerät" liefert die Fabrik für Feuerlöschgeräte E. C. Flader in Jöhstadt in Sa. neuerdings einen zwei- oder vierrädrigen Wagen für Hand- oder Pferdezug, der nach den vom Landesverband sächsischer Feuerwehren aufgestellten „Leitsätzen für Waldbrände" mit den bei Waldbränden nötigen Geräten für etwa 80 Mann ausgestattet ist. Preis des zweirädrigen Handwagens 450 Mk., des vierrädrigen Zugwagens 780 Mk.

Gut ausgerüstete Löschmannschaften sind aber erst dann eine wertvolle Hilfstruppe, wenn sie mit der Technik der Waldbrandbekämpfung vertraut sind. In gefährdeten Revieren empfiehlt es sich deshalb, mit den Waldarbeitern und mit den Feuerwehren der umliegenden Ortschaften ab und zu Löschübungen im Walde vorzunehmen.

In Bayern, sowie im Kreise Ülzen bestehen bei den Ortsfeuerwehren teilweise schon „Waldabteilungen", die den Forstleuten unterstehen, alljährlich besondere Übungen abhalten und bei Waldbränden auf ein bestimmtes Glockenzeichen hin möglichst rasch ausrücken.[1]) — Auch an der preußisch-holländischen Grenze ist im Kreise Erkelenz aus den Feuerwehren waldbesitzender Gemeinden eine Waldbrandkolonne geschaffen worden, die durch praktische Übungen in der Bekämpfung von Waldbränden unterrichtet wird.[2])

Von großer Wichtigkeit für die Leistungsfähigkeit der Löschmannschaften ist weiterhin noch die Verpflegungsfrage. Um den bald sich einstellenden Durst zu stillen, ist es geboten, gefüllte Wasserwagen sofort an die Brandstelle zu beordern. Zur Herbeischaffung von Trinkwasser ist auch das Mitführen von Eimern, am besten Klappeimern, eine nicht zu übersehende Notwendigkeit. In gleicher Weise ist bei länger andauernden Bränden, um die Hilfsmannschaften zusammenzuhalten, die Versorgung mit Lebensmitteln nicht zu vernachlässigen.

Das im Kreise Ülzen eingeführte Verfahren, nach welchem die Frauen der zum Feuer geeilten Männer für Nachbringen von Nahrungsmitteln und Getränken (Butterbrot und Kaffee) zu sorgen haben, löst die Verpflegungsfrage für die ersten Stunden in praktischer Weise.[3])

1) D. Forst-Ztg. 1911, 476; Österr. F. u. J.-Ztg. 1911, 284. — 2) D. Forst-Ztg. 1912, 536. — 3) Heger: Bericht d. sächs. Forstvereins 1912, 200.

b) Direkte Löschmaßregeln.

Der Erfolg der Löscharbeiten hängt wesentlich von der Geistesgegenwart, dem Mut, raschen Entschluß und den genauen Anordnungen des die Feuerbekämpfung leitenden Beamten, sowie von dem Gehorsam, Eifer und der Geschicklichkeit der Löschmannschaft ab.

Die Bestimmungen darüber, wer zur Leitung der Löscharbeiten bei Waldbränden zuständig ist, entbehren teilweise der wünschenswerten Einheitlichkeit und Klarheit, ein Übelstand, der sich besonders dann geltend macht, wenn ein Waldbrand sich über die Waldungen verschiedener Besitzer oder verschiedener Polizeibezirke erstreckt. Die bestehenden gesetzlichen Bestimmungen weisen die Leitung zumeist den örtlichen Organen der Landespolizeibehörde zu. Nur in den Staatswaldungen sind gewöhnlich die Staatsforstbeamten zuständig.[1] Im Interesse der sachgemäßen Durchführung der Feuerbekämpfung und des Wegfalles aller Kompetenzschwierigkeiten ist den in Württemberg[2] und Sachsen[3] geltenden Bestimmungen beizutreten, nach welchen den Forstbeamten die Leitung der Löscharbeiten zufällt. Den Polizeiorganen (Württemberg) oder den obersten Feuerwehrführern (Sachsen) wird das Kommando nur vertretungsweise überwiesen, solange der zuständige Forstbeamte oder überhaupt ein Forstbeamter nicht anwesend ist.

Wo die Zuständigkeit zur Leitung der Löscharbeiten mit dem Besitzer oder der politischen Zugehörigkeit des brennenden Waldes wechselt, empfiehlt es sich, dem Vorschlag Lehnpfuhls (a. a. O. 650) zu folgen und in größeren Waldkomplexen einen Feuerschutzverband mit einheitlicher Spitze zu gründen, um sowohl die Einrichtung und Erhaltung von Vorbeugungsmaßregeln gegen Waldbrände, wie namentlich auch die Leitung der Löscharbeiten zum Vorteil des Ganzen in eine Hand zu bringen. Im Essener Industriebezirk ist ein derartiger Waldschutzverband von Forst- und Kommunalbehörden in letzter Zeit geschaffen worden.[4]

Von großem Wert für den Erfolg der Feuerbekämpfung ist es, wenn der Leitende möglichst bald am Brandplatz eintrifft und mit den örtlichen Verhältnissen, namentlich mit der Bestandslagerung, sowie den Wege- und Einteilungsverhältnissen vertraut ist. Er hat sich dann so rasch als möglich über Umfang und Charakter des Feuers zu orientieren und tut gut, übereilte Entschlüsse ebenso zu meiden wie langes Hinzögern fester Anordnungen.

Die nach und nach ankommenden Löschmannschaften sind gleich an richtiger Stelle und möglichst immer so anzusetzen, daß sie die im Vordertreffen stehenden, bereits ermüdeten Hilfskräfte ablösen. Wenn es, wie es gewöhnlich der Fall ist, an Löschmannschaften fehlt, ist die sachgemäße Ausnutzung ihrer durch die Löscharbeit stark in Anspruch genommenen Leistungsfähigkeit eine sehr wichtige Sache.

Bei größerer Ausdehnung des Brandes empfiehlt es sich, die Leitung zu teilen. Jede der in den Flanken, unter Umständen auch in der Front gegen das Feuer vorgehenden Abteilungen bekommt dann ihren eigenen Führer, vorausgesetzt, daß geeignete Kräfte hierzu vorhanden sind.

Die speziellen Löschmaßregeln selbst richten sich nach der Art des Waldbrandes. In jedem Falle aber laufen sie darauf hinaus, das Feuer entweder direkt auszulöschen oder ihm durch Herstellung brennstoffleerer Streifen und Trennungen den Weg abzuschneiden.

---

1) Vgl. hierzu Lehnpfuhl: a. a. O. 646 flgde.; Kreyßern: Ztschr. f. F. u. Jw. 1913, 105. — 2) Waldfeuerlöschordng. v. 1900. Art. 9. — 3) Leitsätze für Waldbrände. Ziffer 2. 4) D. Forst-Ztg. 1912, 384.

A. Löschung von Erdfeuer.

1. Zuführung von Wasser aus den das Moor umgebenden oder durchschneidenden Gräben, um die Brandstelle unter Wasser zu setzen.

2. Isolierung der Brandfläche durch neue und so tiefe Gräben, daß unter ihnen ein Fortbrennen nicht stattfinden kann.

B. Löschung von Bodenfeuer.

1. Ausschlagen oder Ausfegen (Auskehren) des Feuers mit grünem Reisig. Senkrechtes Schlagen ist anstrengender und im allgemeinen weniger wirksam als das horizontale Hin- und Herfegen mit dem Reisig dicht über dem Boden hin. Die Flamme muß dabei in die Brandstelle hineingefegt werden.

Durch Schlagen von oben her wird das Feuer infolge des beim Schlagen entstehenden stärkeren Luftzuges leicht nach den Seiten auseinander getrieben, wenn auch die Flamme direkt unter dem Schlage erstickt. Das nach dem Brandplatz zu erfolgende Auskehren hingegen führt, wenn das Bodenfeuer nicht zu stark ist, genug kältere Luft zu, um die Temperatur der Flamme unter die Entzündungstemperatur abzukühlen und die Flamme infolgedessen zum Erlöschen zu bringen.

Von welcher Seite das Feuer angegriffen werden kann, hängt von seiner Stärke ab. Eben entstandene oder solche Bodenfeuer, die bei fehlendem oder schwachem Winde und geringer Bodendecke nur langsam und ohne erhebliche Hitze- und Rauchentwicklung vorwärts brennen, lassen sich auch in der Front durch Ausschlagen bekämpfen. Schon stärker gewordene, besser ernährte Feuer entwickeln aber so viel Hitze und Rauch, daß es unmöglich ist, sie von vorn anzugreifen. Auch dann, wenn nicht genug Hilfskräfte vorhanden sind, um die ganze Feuerfront zu besetzen, verbietet sich der Frontalangriff.

In diesen weit häufigeren Fällen lautet die strategische Regel des Löschverfahrens: Verhinderung der Breitenausdehnung des Feuers durch keilförmige Einengung.

Man stellt die Löschmannschaften mit 5 bis 10 Schritt Abstand von Mann zu Mann zu beiden Seiten des Brandherdes auf und läßt sie, ständig mit dem Feuer vorwärts schreitend, die Flammen am Rande ausschlagen. Dadurch wird das Feuer von den Seiten her eingeengt und läuft nur am vorderen Ende der Windstärke entsprechend mehr oder weniger rasch vorwärts (Abb. 32). Sind genügend Löschmannschaften vorhanden, so läßt man sofort nach dem Ausschlagen des Feuers durch eine zweite Kolonne an den Rändern schmale, 1—2 m breite Isolierstreifen durch Umplaggen des Bodens herstellen. Alles von diesen Isolierstreifen abgezogene Material wird auf die Brandfläche geworfen.

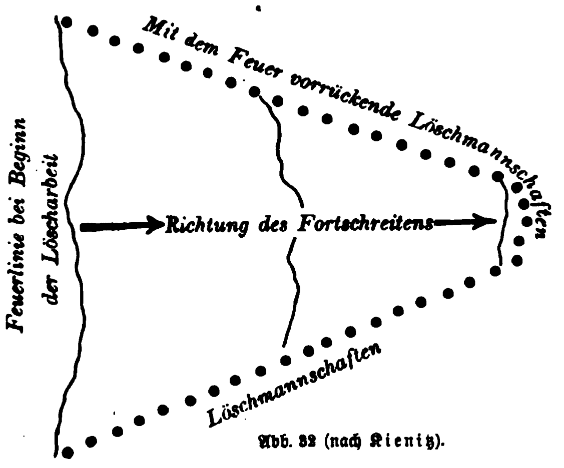


Abb. 32 (nach Kienitz).

2. Bewerfen des Feuers mit frischer Erde kann, wenn der Boden locker ist und Schaufeln oder Spaten zur Hand sind, an Stelle des Ausschlagens mit großem Erfolg angewendet werden.

3. Abschneiden des Feuers durch einen in hinreichendem Abstande vor dem Feuer herzustellenden Schutzstreifen (Löschraum, Löschgeräumde).

Stärkere Bodenfeuer, die durch die unter 1 und 2 genannten Maßregeln wohl seitlich begrenzt, in der Front aber nicht direkt bekämpft werden können und hier rasch weiterlaufen, versucht man dadurch zu stoppen, daß man auf einem breiteren (5—10 m breiten) Streifen alles dem Bodenfeuer erreichbare brennbare Material abräumt. Wenn irgend möglich wählt man hierzu naturgemäß einen passend verlaufenden Weg, ein Gestell oder eine sonst sich darbietende brauchbare Sicherheitslinie (Eisenbahn, Schutzstreifen einer Starkstromleitung). Sofern der in Frage kommende Stützpunkt nicht schon vorher als Feuerschutzstreifen vorgerichtet worden ist, muß eiligst für Reinigung, bei zu geringer Breite auch für Verbreiterung gesorgt werden.

Dem Vorschlag, hierbei Pflüge, Eggen, Grubber usw. zu verwenden, um die Arbeit zu fördern, wohnt kein großer praktischer Wert inne, da die genannten Bodenbearbeitungswerkzeuge meist nicht zur Stelle sind. Wenn es die Zeit gestattet, so empfiehlt sich die Anfertigung eines Grabens längs des Schutzstreifens, wobei der Grabenauswurf auf der dem Feuer zugewendeten Seite aufzutürmen ist.

Sind geeignete Bestandsunterbrechungen nicht vorhanden, so ist zu erwägen, ob es mit Hilfe der verfügbaren Arbeitskräfte möglich ist, an passender Stelle einen genügend breiten und langen Streifen vom Bodenüberzug frei zu machen.

Ein schwieriger Punkt ist hierbei immer die Entscheidung darüber, in welcher Entfernung vom Feuer der Schutzstreifen hergestellt werden soll. Ein viel begangener Fehler ist zu große Sparsamkeit, d. h. Inangriffnahme des Schutzstreifens in zu naher Entfernung vom Feuer. Der Abstand ist so zu wählen, daß der Schutzstreifen sicher vollständig hergestellt werden kann, ehe er vom Feuer erreicht wird oder bevor Hitze und Rauch die Fortsetzung der Abräumungsarbeiten unmöglich machen. Hierauf sind Ausdehnung des Feuers, Windstärke, Beschaffenheit der Bodendecke und des Bestandes und andere die richtige Entscheidung erschwerende Momente von Einfluß.

Es erleichtert die rechtzeitige Fertigstellung des Schutzstreifens natürlich wesentlich, wenn der auf ihm stehende Holzbestand noch sehr jung oder bereits so alt ist, daß er nicht entfernt zu werden braucht. Man legt den Schutzstreifen deshalb am besten in junge Kulturen oder in höheres Holz, nicht aber in Dickungen oder in noch nicht gereinigte Stangenholzorte.

Wenn es aus irgendwelchen Gründen nicht möglich oder wahrscheinlich ist, das Feuer an einem hinreichend breiten Schutzstreifen zum Stehen zu bringen, so bleibt als letztes Mittel die

4. Führung eines Gegenfeuers von einem in der Nähe gelegenen Wege, Graben, Gestell oder von einem zu diesem Zwecke schnell hergestellten, wenn auch nur schmalen brennstoffleeren Streifen her.

Bei dieser zuerst von Gg. Ludw. Hartig[1]) empfohlenen Maßregel wird der Bodenüberzug angezündet, um ein dem Hauptfeuer entgegenbrennendes Feuer zu erzeugen, das dem Hauptfeuer auf breiterer Fläche die Nahrung wegnimmt.

---

1) Entwurf einer allg. Forst und Jagdordnung. 1833, 27.

Da der Wind dem Gegenfeuer entgegenkommt, besteht die Gefahr, daß das angezündete Feuer zurückgetrieben wird und über den als Stützpunkt benutzten Streifen hinwegfliegt. Man muß sich deshalb beim Anzünden eines Gegenfeuers den Rücken gehörig decken und muß den Streifen, von dem aus das Feuer in Gang gebracht werden soll, möglichst breit und möglichst rein von allem brennbaren Material machen. Die erforderliche Breite des Schutzstreifens richtet sich nach den jeweiligen Bestands- und Windverhältnissen. In Kulturen und Baumorten kommt man, namentlich bei Windstille, oft mit meterbreiten Streifen aus, während stärkerer Wind oder dichter, leicht brennbarer Bodenüberzug mehrere Meter breite Streifen bedingen.

Der Abraum des Schutzstreifens wird nach der Feuerseite hingezogen und muß mit Hilfe leicht brennbarer Stoffe möglichst gleichmäßig angebrannt werden. Hierzu empfiehlt sich das oben schon erwähnte Bereithalten von Kienfackeln. Weiterhin ist zu beachten, daß das Gegenfeuer dem Hauptfeuer in entsprechender Breite entgegenbrennen muß, wenn nicht gefährlich werdende Brandstreifen vom Hauptfeuer neben dem Gegenfeuer weglaufen sollen.

Um das Zurückschlagen des Gegenfeuers über den gereinigten Schutzstreifen zu verhindern, müssen hier hinreichend Löschmannschaften aufgestellt werden, die mit Büschen oder Werkzeugen zu versehen sind, mit denen sie die durch wegfliegende Funken hinter dem Streifen entstehenden Feuer durch Ausschlagen oder Übererden im Keime ersticken.

Auch die Zahl der hierzu notwendigen Mannschaften hängt von der Windstärke ab. Bei starkem Wind fliegen die Funken des Gegenfeuers weit umher. Nur bei Vorhandensein einer großen Anzahl von Arbeitern besteht dann die Möglichkeit, die vielen rückwärtigen kleinen Feuer rasch zu löschen. Windstille oder feuchtes Wetter verringern die Flugfeuerbildung und gestatten die Anwendung des Gegenfeuers als Bekämpfungsmittel auch bei Waldbränden, bei denen mit wenigen Löschkräften ausgekommen werden muß. Quaet-Faslem[1]) empfiehlt, um ein Gegenfeuer mit guter Wirkung anzulegen und um die Gefahr des Zurückschlagens über den Schutzstreifen zu vermindern, das Gegenfeuer nicht direkt am Streifen anzulegen, sondern innerhalb des anzuzündenden Bestandes, 15—20 Schritt vom Schutzstreifen entfernt. Dem Gegenfeuer stehe dann dieser 15—20 Schritt breite Raum zum Zurückbrennen zur Verfügung.

Ebenso schwierig wie bedeutungsvoll ist auch hier die Frage, in welcher Entfernung vom Hauptfeuer die Sicherung beginnen, d. h. das Gegenfeuer angelegt werden soll. Selbstverständlich darf man den Waldbrand nicht zu nahe herankommen lassen. Namentlich bei stärkerem Winde und leicht brennbarem Bodenüberzug hat man allen Grund, bei Anwendung von Gegenfeuer zu berücksichtigen, daß es gewöhnlich nicht ohne weiteres gelingt, das Feuer in Gang zu bringen und daß beim Zusammenschlagen der beiden Feuer starker Funkenflug entsteht. Dieser aber kann leicht höchst gefährlich werden, wenn das Zusammenschlagen infolge schnellen Herankommens des Hauptfeuers zu nahe am Schutzstreifen erfolgt.

Nach Gerding (a. a. O. 22) kann bei mäßigem Winde und bei nicht zu trockenem Boden und Bestande, wenn das Hauptfeuer nur langsam vorwärts brennt, dieses bis auf 50 Schritt herangelassen werden, ehe man das Gegenfeuer anlegt, während bei trocknem Wetter, starkem Winde usw. eine Entfernung von 200 und mehr Schritt innegehalten werden muß.

Es ist als Regel festzuhalten, auch beim Anlegen von Gegenfeuer nicht zu sparsam zu sein und lieber etwas weiter vom Hauptfeuer wegzugehen als notwendig

1) Bericht d. Nordwestd. Forstvereins 1910, 47.

ist. Eine Einschränkung erfährt diese Regel aber dadurch, daß man bei größerem Abstand des Gegenfeuers vom Brande Schwierigkeiten hat, das Feuer in Gang zu bringen. Erst dann, wenn sich beim Herankommen des Hauptfeuers die saugende Wirkung des aufsteigenden erhitzten Luftstromes bemerkbar macht und die Luft am Boden von allen Seiten dem Brandherde zufließt, pflegt das Gegenfeuer den Einfluß des entgegenwirkenden Windes zu überwinden und in gewünschter Weise vorwärts zu brennen.

Wie aus den vorstehenden Betrachtungen hervorgeht, ist Gegenfeuer kein immer und überall empfehlenswertes Bekämpfungsmittel. Seine Anwendung setzt Vorhandensein hinreichender Löschmannschaften und hinreichender Zeit, günstige Windverhältnisse und geeignete Bestandslagerung voraus.

Wenn der unentbehrliche Stützpunkt weder vorhanden, ist noch rasch genug hergestellt werden kann, stärkerer Wind herrscht und Arbeitskräfte fehlen, läuft man mit Anwendung von Gegenfeuer Gefahr, das Übel wesentlich zu verschlimmern. Wo hingegen die Verhältnisse günstiger liegen, ist das Gegenfeuer bei Beachtung der nötigen Vorsicht das beste Mittel, um einen Waldbrand zum Stehen zu bringen und wird als solches von vielen Seiten[1]) empfohlen.

Gegen kleine Bodenfeuer mit Gegenfeuer vorzugehen, empfiehlt sich nicht. Wohl aber kann im Gegenfeuer ein letztes Mittel gefunden werden, um ein auf Dickungen oder ungereinigte Stangenhölzer zulaufendes starkes Bodenfeuer vor diesen Orten zum Stehen zu bringen. Gelingt es in solchem Falle auf anderem Wege, selbst durch einseitige Flankenbekämpfung nicht, das Feuer von der Dickung usw. abzudrücken, so bleibt angesichts der Gewißheit, daß das Feuer in der Dickung zum unüberwindlichen Wipfelfeuer heranwächst, schließlich nichts übrig, als mit Gegenfeuer den letzten Versuch zu machen.

Zweifellos ist bei allen Waldbränden, wo das Feuer schon größere Wucht und größere Energie hat, namentlich bei allen Wipfelfeuern, das Gegenfeuer ein sehr wertvolles Bekämpfungsmittel, nach Brandt (a. a. O.) das einzig richtige und „sicher wirkende Gegengift."

C. Löschung von Kronenfeuer.

1. Isolierung der Brandfläche durch Herstellung holzleerer Streifen (Gegenhaue) an den Flanken und in der Front. Das anstehende Holz muß auf einem so breiten Streifen entfernt werden, daß das Überfliegen des Feuers von den brennenden Baumkronen in den außerhalb des Schutzstreifens liegenden Bestand möglichst unterbunden wird.

Zumeist ist es nur in jungen Orten und hier auch nur an den Flanken möglich, der weiteren Ausbreitung des Feuers durch Freihiebe Einhalt zu tun. An der Vorderseite, in älteren Beständen, wie namentlich auch beim Fehlen der in großer Anzahl benötigten geübten Arbeitskräfte sind derartige Versuche meist vollkommen aussichtslos.

1) Gerding: a. a. O. 23; ders.: Allg. Holzverkaufs-Anzeiger 1894, Nr. 22. — Guse: Ztschr. f. F. u. Jw. 1894, 139. — Bachmann: das. 1894, 268. — Brandt: das. 1912, 715. — Voigt: D. große Waldbrand zu Schwerin usw. Neudamm 1912. — Ein Gegner ist v. Varendorff: Ztschr. f. F. u. Jw. 1894, 540.

Das auf den Schutzstreifen ausfallende Material fällt man gewöhnlich in die Brandfläche hinein, um auf dem Isolierstreifen den Rücken frei zu haben. Sofern es die Zeit erlaubt, empfiehlt es sich aber, alles leicht transportable schwächere Material beiseite zu bringen, sowie alle stärkeren, in die Brandfläche gefällten Stämme schnell zu entasten und das Reisig zu entfernen. Das am Rande des Schutzstreifens ankommende Feuer findet dann hier nicht so reiches, zu starkem Funkenflug Veranlassung gebendes Brennmaterial wie dort, wo alles abgehauene Holz am Rande der Brandfläche liegen gelassen wird.

2. Führung von Gegenfeuern. Wie schon oben erwähnt wurde, gelingt es bei Wipfelfeuer in den meisten Fällen nur mit Hilfe von Gegenfeuer, dem Waldbrand in der Front Halt zu bieten. Auch die Flankenbekämpfung kann ohne dieses Kampfmittel vielfach nichts ausrichten, da es gewöhnlich nicht möglich ist, in kurzer Zeit hinreichend breite Isolierstreifen herzustellen. Des meist stärkeren Windes und stärkeren Funkenfluges wegen ist es notwendig, als Stützpunkte des Gegenfeuers möglichst breite Gassen (Feuergestelle, breite Wege) zu wählen.

Da zu Wipfelfeuer ausgeartete Waldbrände allen anderen Bekämpfungsversuchen zu spotten pflegen, schwindet die Bedeutung der auch hier laut werdenden Bedenken gegen die Anwendung von Gegenfeuer. Bei mächtig gewordenen Wipfelfeuern soll man nicht zögern, an geeigneten Stellen Gegenfeuer anzuzünden; sie sind gewöhnlich das einzige Mittel, um dem Waldbrande den Weg zu großen Dickungen, gleichaltrigen Stangenorten usw. abzuschneiden.

Bei der Bekämpfung von Wipfelfeuer sind alle natürlichen und künstlichen Sicherheitslinien von größter Bedeutung. Sobald breitere Trennungen der Nadelholzkomplexe in Gestalt von Wiesen, Wasserflächen, Laubholzbeständen, Schlagflächen, Kulturen oder Schutzstreifen in der Nähe der Brandfläche vorhanden sind, von denen angenommen werden darf, daß sie das Feuer aufzuhalten vermögen, sind der Bekämpfung nicht zu vernachlässigende Richtpunkte gegeben. Läuft das Feuer direkt auf ein solches Hindernis zu, so genügt es, seiner seitlichen Ausbreitung so viel als möglich entgegenzutreten und es in der natürlichen Richtung zu halten. Liegt hingegen der ungünstigere Fall vor, daß die Wind- und damit die Feuerrichtung dem Hindernis mehr oder weniger parallel laufen, so ist mit allen Mitteln zu versuchen, das Feuer an das Hindernis heranzudrängen. Soweit das nur mit Gegenfeuern möglich ist, sind solche sowohl von den Seiten, wie von der Front aus in Wirksamkeit zu setzen.

Aufgabe des Gegenfeuers ist auch hier Beseitigung alles vom Bodenfeuer ergriffenen Materiales auf einer hinreichend breiten Fläche, um dem Wipfelfeuer den Schrittmacher zu nehmen, dem es zwar meist mehr oder weniger voraneilt, ohne den es aber, wenn er auf breitem Raum fehlt, selbst nicht weiterbestehen kann. Die Wirkung des Gegenfeuers ist um so sicherer, wenn es selbst (in Dickungen usw.) zum Wipfelfeuer wird. Nur sind in solchen Fällen doppelt zahlreiche Mannschaften notwendig, um die durch den Funkenflug und durch Zurückschlagen des Feuers entstehenden Brände im außerhalb des Brandplatzes liegenden Bestande erfolgreich zu ersticken.

Es bedarf keines besonderen Hinweises darauf, daß man beim Anlegen von Gegenfeuern in Dickungen usw. nicht nahe an das Hauptfeuer herangehen darf, weil Rauch und Hitze bald unerträglich werden. Ein vom Hauptfeuer zurückgeschlagener Angriff aber bedeutet nichts anderes als Zeitverlust und Stärkung des Feuers.

D. Löschung von Stammfeuer.

Wenn einzelne hohle Bäume brennen, so verstopft man die Öffnungen mit Rasenplaggen oder Erde. Hat der Baum auch oben Löcher, so räumt man die Bodendecke in der Umgebung ab, fällt ihn und erstickt das Feuer durch Wasser oder Erde.

6. Wahrung des Brandplatzes.

Um einen etwaigen Wiederausbruch des Feuers zu verhindern, muß man den Brandplatz nach stattgehabter Löschung noch so lange, bis alle Gefahr verschwunden ist, durch zuverlässige, mit dem nötigen Handwerkszeug versehene Mannschaften überwachen und diese fortwährend beaufsichtigen lassen. Das hier und da noch fortglimmende oder neu auflodernde Feuer ist sofort durch Ausschlagen oder Bewurf mit Erde zu ersticken. Empfehlenswert ist die vollständige Isolierung der Brandfläche durch einen wunden Streifen oder noch besser durch einen hinreichend tiefen Graben.

Besonders gefährlich sind alte morsche Stöcke und deren Wurzeln. Derartige Stöcke zünden sehr leicht und leiten das langsam glimmende Feuer in ihren weit ausstreichenden Wurzeln unter der Erde fort. Leichte vom Boden aufsteigende Rauchwölkchen verraten die gefährlichen Stellen am Tage. In der Nacht fallen die schwelenden Holzteile, soweit sie frei liegen, noch besser auf. Derartige Stöcke, ebenso glimmende Heide- und Heidelbeersträucher sind baldigst mit Erde zu bewerfen, um Funkenflug und den Ausbruch heller Flammen zu verhindern. Die Erddecke vermag das Feuer aber meist nicht zu ersticken; hierzu ist Wasser nötig oder, wenn das nicht beschafft werden kann, Roden der Stöcke und Wurzeln.

Ebenso erschweren torfartige Rohhumusmassen[1]) die vollständige Dämpfung eines Feuers außerordentlich. Sie schwelen auch wochenlang fort, wenn nicht stärkerer Regen für gehörige Durchfeuchtung sorgt und machen oft eine sehr ausgedehnte aufmerksame Bewachung des Brandplatzes notwendig.

7. Behandlung der beschädigten Bestände.

Sie richtet sich nach der beschädigten Holzart, dem Alter der betroffenen Bestände, der Ausdehnung des Brandes und dem Grade der Beschädigung (vgl. das oben über Holzart (S. 66) und Art und Grad der Beschädigung (S. 70) Gesagte).

Junge Nadelholzbestände sind fast stets abzutreiben und die Flächen baldmöglichst wieder anzubauen, um der Verwilderung und Vermagerung des Bodens vorzubeugen und größere Zuwachsverluste zu vermeiden. Mitunter kommt es allerdings vor, daß junge Kiefern[2]) trotz der Beschädigung Proventivknospen treiben und sich wieder erholen.

Ältere Nadelhölzer mit unbeschädigten Gipfeln und bloß außen gesengter oder nur teilweise getöteter Rinde gehen nicht ein, bleiben daher stehen. Wenn die Rinde aber ringsum getötet ist, so macht sich Fällung nötig.

Bei Laubholzbeständen gilt im allgemeinen der Grundsatz: mit dem Abtriebe nicht zu rasch zu sein, da namentlich beschädigte Eichenbestände unter gewissen Umständen sich wieder erholen.[3]) Buchen sind schon empfindlicher.

---

1) Vgl. Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1911. 277. — 2) Nördlinger: Krit. Bl. 1863. I. 203. — 3) Ed. Heyer: Allg. F. u. J.-Ztg. 1889, 88.

Man zögert daher in Zweifelsfällen mit dem Abtriebe bis zur nächsten Vegetation. Junge noch ausschlagfähige Laubhölzer setzt man bei starker Verletzung auf den Stock. Auch diese Operation verschiebt man bis zum nächsten Frühjahr, um zu sehen, ob nicht etwa doch Wiederbegrünung erfolgt. Vergleichende Versuche mit verschiedener Behandlung (Abtrieb, Abhieb am Boden, Belassung) sind erwünscht, weil die Frage nach dem besten Verfahren noch sehr verschieden beantwortet wird.

Der Bevölkerung Vergünstigungen, wie z. B. Grasnutzung, Weide oder Fruchtbau, auf der Brandfläche einzuräumen, empfiehlt sich nicht, weil schon mancher Brand in der Hoffnung auf Erlangung einer solchen Vergünstigung absichtlich angelegt worden ist.

8. Versicherung der Forste gegen Feuersgefahr.[1])

Die Gründung eines auf Gegenseitigkeit beruhenden Vereins von Waldeigentümern zur Versicherung der Forste gegen Feuersgefahr ist in der Literatur u. W. zuerst 1877 von Endhausen[2]) zu Ebstorf (Hannover) angeregt worden. Der zur Durchführung dieses Gedankens ins Leben getretene Ausschuß brachte aber nichts zustande.

Der Zentralausschuß der Landwirtschaftsgesellschaft zu Celle nahm dann die Frage 1881 wiederholt auf, gelangte aber gleichfalls nicht zu positiven Ergebnissen.[3])

Einen dritten Anlauf nahm 1884 der Provinziallandtag zu Hannover[4]) durch den Entwurf einer Satzung, nach welcher, unter Angliederung an die landschaftliche Brandkasse, eine Feuerversicherungsgesellschaft auf Gegenseitigkeit für die ganze Provinz in der Art gegründet werden sollte, daß nur jugendliche Bestände (bis zu 40jährigem Alter) zur Versicherung zugelassen und im Falle eines Brandes wenigstens die Kulturkosten vergütet werden sollten. Der Landtag beschloß, zur Gründung eines Reservefonds bis zu 80000 Mk. zur Verfügung zu stellen. Auch bewilligte die lüneburgische Landschaft zu diesem Zwecke den Betrag von 3000 Mk. Die geplante Gründung kam aber nicht zustande, weil die Regierung auf der Beschaffung eines Reservefonds von 300000 Mk. bestand, der nicht aufgebracht werden konnte.

In eingehender Weise beschäftigte sich auch der Sächsische Forstverein 1893[5]) bzw. 1897 mit der Frage nach einer Wald- bzw. Holzschlagversicherung der sächsischen Waldbesitzer gegen Brandschaden.

Ebenso ergebnislos wie diese verschiedenen Versuche und Besprechungen lief die 1894 in Berlin erfolgte Gründung einer Gesellschaft m. b. H. „Allg. deutsche Versicherungsgesellschaft gegen Waldbrandschaden" aus. Auch dieses Unternehmen kam nicht über die Aufstellung von Satzungen[6]) hinaus.

Praktische Gestaltung nahm die Waldbrandversicherung erstmalig 1896 in der von der M.-Gladbacher Feuer-Versicherungs-Aktiengesellschaft eingerichteten Waldversicherungsabteilung an.[7])

Die Gesellschaft verlangt, daß der Versicherungsnehmer seine sämtlichen 1—60jährigen Bestände versichert. Es wird sowohl der stehende Holzbestand bis zum 60jährigen Alter, als auch das geschlagene Holz, solange dieses noch Eigentum des Versicherten ist, versichert. Im Brandfalle wird der Schaden nach dem vollen Werte der versicherten Bestände ersetzt, ev. nach dem Kostenwerte, wenn dieser den faktischen Wert übersteigen sollte.

1) Müller, Udo: Allg. F. u. J.-Ztg. 1895, 73. — Jäger: A. d. Walde. 1900, 185. — Forstw. Zbl. 1903, 454. — Hausrath: das. 1904, 410. — Borgmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1904, 273. — Jentsch: das. 1908, 411. — Vorster: das. 1908, 797. — Mammen: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1912, 277. — 2) A. d. Walde (Burckhardt) VIII. 1877, 1. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1882, 60. — 4) Forstl. Bl. N. F. 1884, 155; 1889, 222; Quaetfaslem: das. 1885, 331; Allg. F. u. J.-Ztg. 1886, 90. — 5) Bericht d. Sächs. Forstvereins 1893, 5; 1897, 68. — 6) Münd. forstl. H. VI. 1894, 163. — 7) Bericht d. Deutsch. Forstvereins 1904, 141. — Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 230. — Brock: A. d. Walde 1899, 53.

Die Versicherungsbeträge schwanken nach der größeren oder geringeren Gefährdung der Bestände zwischen 45 Pfg. und 4 Mk. für 1000 Mk. der Versicherungssumme. Sie betragen bei einfacher Gefahr im Durchschnitt für 1—60jährige Bestande bei

reinen Laubholzbeständen	0,85 Mk.	für 1000 Mk. Versicherungssumme
Mischbeständen aus Laub- und Nadelholz	1,20 „	
reinen Nadelholzbeständen	2,00 „	

Den Höchstsatz zahlen junge Nadelholzorte, während ältere und alte Laubholzbestände mit der geringsten Prämie angesetzt werden.

Bis Ende 1903 waren bei der Gladbacher Gesellschaft zwar schon rd. 185000 ha Wald versichert. Trotzdem ist dieser Erfolg der für den Umfang des Deutschen Reiches berechneten Waldversicherungsabteilung ein nur bescheidener. Er stützt anscheinend die mehrfach ausgesprochene Ansicht, daß sich die Waldbrandversicherung für Privatversicherungsgesellschaften überhaupt nicht eignet. Man nimmt auf manchen Seiten an, daß dieser Versicherungszweig auf die Dauer nur von den öffentlichen Feuerversicherungsanstalten mit Erfolg betrieben werden könne. Inwieweit diese Annahme berechtigt ist, werden die verschiedenen Provinzial-Feuerversicherungsanstalten zu beweisen in der Lage sein, die sich in neuerer Zeit zur Aufnahme der Waldbrandversicherung entschlossen haben.

Als erste ist in dieser Richtung die Rheinische Provinzial-Feuerversicherungsanstalt[1]) zu Düsseldorf vorangegangen. Sie hat 1907 die Versicherung gegen Feuerschäden im Walde mit der Bedingung aufgenommen, daß der Versicherungsnehmer seinen gesamten in der Rheinprovinz belegenen Waldbesitz bei der Anstalt versichert. Versichert gilt der Holzverkaufs- (gemeine) Wert des Holzes zur Zeit des Brandes. Sobald er geringer ist als der Bestandskostenwert, wird dieser der Entschädigung zugrunde gelegt. Der Erwartungswert wird nur bei besonderer Vereinbarung versichert. Die Prämien stellen sich nach dem ermäßigten Tarif von 1911 auf:

reines Laubholz, Hochwald	0,25—0,80 Mk.	für 1000 Mk. Versicherungssumme
„ „ Niederwald	0,60—1,50 „	
gemischter Laub- und Nadel-Hochwald .	0,60—1,50 „	
„ „ „ „ Niederwald .	0,90—3,00 „	
reines Nadelholz bis 8 Jahr	3,00—4,00 „	
„ „ über 8—15 Jahr . .	2,50—4,00 „	
„ „ „ 15—40 „ . .	1,50—2,00 „	
„ „ „ 40 „ . .	0,50—1,50 „	

Die Versicherung wird auf 10 Jahr abgeschlossen. Kürzere Dauer hat einen Zuschlag auf die Prämie zur Folge; ebenso wirken gefahrdrohende Umstände (Eisenbahnen usw.) erhöhend.

Sobald eine versicherte Fläche von 300000 ha zusammengebracht sein wird, stellt die Anstalt eine wesentliche Ermäßigung der Prämiensätze in Aussicht. Das Anwachsen der versicherten Fläche von 6800 ha Ende 1907 auf 91800 ha Ende 1912 läßt eine günstige Entwicklung der rheinländischen Waldbrandversicherung erwarten.

Dem Beispiele der Düsseldorfer Anstalt sind die Provinzialfeuerversicherungsanstalten von Westfalen und Schleswig-Holstein gefolgt.

Im Interesse der Förderung der Aufforstungsbestrebungen sind diesen und allen weiteren zur Aufnahme der Waldbrandversicherung sich entschließenden Versicherungsanstalten Erfolge zu wünschen.

Bisher hat sich die Waldbrandversicherung noch nicht das Feld erobert, das man nach Maßgabe der in der Mehrzahl befürwortenden Stimmen zu erwarten berechtigt war. Die Gründe hierfür sind darin zu suchen, daß der große Waldbesitzer meist kein Bedürfnis nach Versicherung seines Waldes gegen Brandschaden hat, weil die Kosten gegenüber dem bei ihm sich verteilenden Schaden zu hohe sind. Der kleine Privatwaldbesitzer, dem die Waldbrandversicherung weit größere Vorteile, namentlich auch Erhöhung seiner Kreditfähigkeit verschafft, stößt sich vielfach an den hohen Prämiensätzen und an dem Verlangen der Versicherungsanstalten nach Versicherung aller oder doch aller bis 60jähr. Bestände. Am meisten findet die Waldbrandversicherung bei den Gemeinden Unterstützung.

1) Bericht d. Deutsch. Forstvereins 1908, 116.

Es ist zu wünschen, daß die Waldbrandversicherung mehr und mehr Anklang finden möge. Je breiter die Schultern werden, von denen sie getragen wird, um so geringer wird die Last für den Einzelnen, weil mit der Entwicklung der Versicherungsfrage naturgemäß eine Erniedrigung der Prämiensätze Hand in Hand gehen wird.

Siebenter Abschnitt.

Schutz gegen Rauchschäden.[1])

In dem Maße der Mensch seine direkten Angriffe auf die Waldsubstanz eingestellt hat und vom Raubbau zur Nachhaltswirtschaft und Waldpflege übergegangen ist, hat er mit der Entwicklung seines Gewerbebetriebes einen neuen Waldfeind von hervorragender Bedeutung geschaffen, d. i. die mit der zunehmenden Ausbreitung gewerblicher Anlagen wachsende Gefährdung der Vegetation durch Rauchgase. Der in den Industrieländern bestehende Kampf des Gewerbes mit dem Pflanzenbau um Boden, Arbeitskräfte, Lebensführung und soziale Verhältnisse der Bevölkerung hat sich hier und da zu einem Kampf um die Existenz des Pflanzenbaues erweitert und hat sich besonders dort zugespitzt, wo die Industrie in Gebiete mit hochentwickelter Forstwirtschaft vorgedrungen ist. Alle inmitten oder in der Nachbarschaft größerer Forstbetriebe emporgewachsenen Industriezentren sind im Laufe der Zeit zu mehr oder weniger ausgesprochenen Rauchschädengebieten geworden.

1. Ursache der Rauchschäden.

Ursprünglich war man der Ansicht, daß die im Rauche und in den Abgasen industrieller Anlagen usw. enthaltenen Feststoffe, Ruß und Flugasche, sowie die zunächst vergasten, nach dem Verlassen des Schornsteins aber mehr oder weniger schnell in den festen Aggregatzustand zurückkehrenden und auf Pflanzen und Boden sich absetzenden Metallniederschläge von Arsen, Kupfer, Zink, Blei und deren Oxyden die vegetationsschädlichen Bestandteile des Hütten- und Fabrikrauches seien. Man nahm an, daß der aus unverbrannten Kohlenteilchen sich zusammensetzende Ruß durch Verstopfung der Spaltöffnungen der Blattorgane schädlich werde und schrieb den mit dem Flugstaub zu Boden gelangenden unlöslichen und löslichen Verbindungen der genannten Metalle eine den Pflanzenwurzeln nachteilige Vergiftung des Bodens zu. Daß der Ruß als solcher nicht schädlich ist und daß eine fühlbare Bodenvergiftung durch Flugstaubbestandteile des Rauches nur ausnahmsweise und dann nur auf ar-

1) Hasenclever: Üb. d. Beschädigung d. Vegetation durch saure Gase. Berlin 1879. — v. Schröder, Jul. u. Reuß, K.: Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch u. die Oberharzer Hüttenrauchschäden. Berlin 1883. — Haselhoff, E. u. Lindau, G.: Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Leipzig 1903. — Wieler: Untersuchungen über die Einwirkungen schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905. — Ders.: Pflanzenwachstum u. Kalkmangel. Berlin 1912. — Wislicenus, H. u. Neger, F. W.: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Abgassäuren auf die Pflanzen. Mittlgn. a. d. K. S. Forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. I, Hft. 3. Berlin 1914. — Gerlach: Beiträge zur Ermittlung des Holzmassenverlustes infolge von Rauchschäden. Berlin 1910. Ist Hft. 5 der „Sammlung von Abhandlungen über Abgase u. Rauchschäden", hrsg. v. H. Wislicenus. — Grohmann: Erfahrungen u. Anschauungen über Rauchschäden im Walde u. deren Bekämpfung. Berlin 1910. Hft. 6 der „Sammlung von Abhdlgn." usw.

men Böden mit fehlendem oder geringem Absorptionsvermögen in der nächsten Umgebung von Hüttenwerken vorkommt, ist durch die Rauchschädenforschung mittlerweile längst unzweifelhaft festgestellt worden.

In Deutschland war es zuerst A. Stöckhardt[1]), der nicht nur die festen Bestandteile des Hüttenrauches für die in der Land- und Forstwirtschaft bemerkbar werdenden Rauchschäden verantwortlich machte. Seit der experimentellen Bestätigung der Richtigkeit seines Hinweises auf die große Bedeutung der im Rauche enthaltenen schwefligen Säure durch ihn selbst und durch zahlreiche eingehende Beobachtungen und Versuche seiner Nachfolger (v. Schroeder und Reuß, Ost, Wieler, Wislicenus, Sorauer, Neger u. a.) besteht volle Übereinstimmung darüber, daß der Hauptfeind aller Vegetation in den sauren Bestandteilen des Rauches und vornehmlich in den Säuren des Schwefels, unter diesen wieder in erster Linie in der mehr oder weniger konzentrierten schwefligen Säure (SO_2) zu suchen ist. Neben der beim Verbrennen schwefelhaltiger Kohle entstehenden SO_2 kommen als zum Teil äußerst wirksame Pflanzengifte weiterhin die in Form von Nebeln oder wässerigen Lösungen auftretenden Säuren: Schwefelsäure, Salzsäure, Stickstoffsäuren, Fluorwasserstoffsäure[2]), sowie die fluorhaltigen Bestandteile gewisser industrieller Abgase[3]) (Fluorsilicium und Kieselfluorwasserstoffsäure) in Betracht.

Von großer praktischer Bedeutung ist der Unterschied, der in der Wirkungsweise der gasförmigen schwefligen Säure einerseits und derjenigen der stark wasserlöslichen (hygrophilen) Mineralsäuren andererseits besteht. Während die letzteren Nahgifte sind, die ihre Wirkung hauptsächlich auf die nähere Umgebung der Rauchquellen beschränken, wird die schweflige Säure auch zum Ferngift und führt noch in weiter Entfernung von ihrem Ausgangsorte zu Beeinträchtigungen der Vegetation.

In umgekehrtem Verhältnisse zur Größe des Schadengebietes steht gewöhnlich die Intensität der Schadenwirkung. Die auf kleinerem Raume schädigenden wasserlöslichen Säuren erzeugen in der Regel, auch bei nur kurzer Dauer ihrer Einwirkung, leicht bemerkbare, oft plötzlich und unvermittelt eintretende Schäden, die man ihrer Augenfälligkeit und Intensität halber als akute zu bezeichnen pflegt.

Anders die häufig in großer Verdünnung, dafür aber nachhaltiger einwirkende schweflige Säure. Die von ihr hervorgerufenen weit ausgedehnten Störungen des Pflanzenlebens treten nur unter bestimmten Bedingungen, bei hochkonzentrierten Gasen, ungünstigen Geländeverhältnissen oder bei Einwirkung auf frisch entwickelte Blattorgane sofort in Erscheinung; in der Regel sind sie Sammelwirkungen eines lang anhaltenden Vergiftungsprozesses. Man bezeichnet diese Schäden deshalb als chronische, ohne eine scharfe Grenze zwischen ihnen und den oben genannten akuten ziehen zu können. Es liegt in der wechselnden Natur der Schadenursachen begründet, daß zahlreiche Übergänge zwischen beiden Schadenformen beobachtet werden. Unter sonst gleichen Verhältnissen sind jedenfalls Konzentration des schädigenden Gases usw. und Dauer der Einwirkung für die Intensität der Beschädigung von ausschlaggebender Bedeutung. Ein gering konzentriertes Luft-Gas-Gemisch vermag bei genügend langer Einwirkung denselben Schadeneffekt herbeizuführen, der sonst nur als Folgeerscheinung akuter Rauchvergiftung durch stark säurehaltige Luft bzw. durch Säurenebel, d. h. durch in der Luft feinstverteilte Mineralsäurelösungen bekannt ist.

1) Thar. Jhrb. 1853, 169; 1871, 218. — 2) Schmitz-Dumont: Thar. Jhrb. 1896, 50. — 3) Wislicenus: Ztschr. f. angew. Chemie 1901, 701.

2. Äußere Schadenmerkmale rauchkranker Bestände.

Die dem Steinkohlenrauche oder den Abgasen industrieller Betriebe ausgesetzten Bestände zeigen ein sichtbares, mit der Dauer der Rauchbeeinflussung zunehmendes Kränkeln, das unter Umständen zu völligem Absterben einzelner, oft auch sämtlicher Baumindividuen führt. Das äußerliche Schadenbild ist hierbei aber nicht immer das gleiche, sondern ändert sich mit der Art und dem Intensitätsgrade des im Einzelfalle wirksamen Rauchgiftes.

Unter der Einwirkung des häufigsten und praktisch wichtigsten Rauchgiftes, der schwefligen Säure, zeigt sich in den Nadelholzbeständen zunächst eine Verfärbung der Benadelung. Die Verfärbung beginnt im allgemeinen an der Spitze der Nadeln und schreitet nach der Basis zu fort. Nur die Fichte macht hiervon insofern eine Ausnahme, als die Verfärbung oftmals sofort auf die ganze Nadel sich erstreckt oder unregelmäßig bald in der unteren, bald in der oberen Nadelhälfte auftritt. Die Nadeln nehmen bei der Fichte einen fahlgrünen Farbenton an, der je nach dem Konzentrationsgrade der säurehaltigen Luft und unter dem Einflusse der Witterung schneller oder langsamer in alle möglichen Grade von Gelbrot bis zum Rostrot übergeht. Bei trockener Witterung pflegt dieser Übergang sowohl bei der Fichte wie auch bei der Kiefer sich rascher zu vollziehen als bei feuchtem Wetter. Alle anderen Nadelhölzer mit ausdauernder Benadelung zeigen bei stärkeren Beschädigungen eine von der Spitze herein scharf abgegrenzte Verfärbung. Eine deutliche Grenzlinie trennt bei Tanne und bei den Kiefernarten die mehr oder weniger intensiv rot gefärbte Spitze der Nadel von dem gesunden und weiter assimilierenden Basalteile. Die unter starker Raucheinwirkung leidenden Lärchennadeln bekommen dunkelrotbraune Spitzen, deren Verfärbung nach der Basis zu allmählich in Gelb und dann in das normale Grün des gesunden Gewebes übergeht.

Alle diese im Farbenton der Benadelung zum Ausdruck kommenden Merkmale stärkerer Raucheinwirkung sind aber nur dann gut sichtbar, wenn größere Mengen schwefliger Säure vorhanden sind, also zunächst in der Nähe der Rauchquellen. In weiterer Entfernung von diesen verwischen sich die typischen Bilder, und Übergänge aller Art erschweren dann die Diagnose auf Rauchbeschädigung um so mehr, weil auch die individuellen Anlagen des Einzelbaumes einen mehr oder weniger großen Einfluß auf das Auftreten der Beschädigungssymptome nehmen. Es kommt namentlich bei der Fichte häufig vor, daß mitten in stark geschädigten Beständen einzelne Exemplare keine oder nur geringe Beschädigungen zeigen. Ebenso weisen am einzelnen Baume oder Äste nicht etwa alle Nadeln den gleichen Beschädigungsgrad auf. Unter der Menge der Nadeln mit deutlich ausgesprochener Beschädigung finden sich in vielen Fällen solche, die ihr normales Grün ganz oder teilweise bewahrt haben. Die Kiefer pflegt in dieser Hinsicht mehr Gleichmäßigkeit zu zeigen; der einmal vorhandene Beschädigungsgrad kommt bei ihr in der gesamten Benadelung meist besser zum Ausdruck als bei der Fichte.

Die beschriebene Verfärbung der Nadel bedeutet für diese im allgemeinen den Tod, auch wenn sie sich nur auf einen Teil von ihr erstreckt. Namentlich bei der Fichte trocknen die verfärbten Nadeln schnell ein und fallen zu Boden. Bei trockener Luft kann es bei dieser Holzart zu einem beschleunigten, teilweise spontanen Abwerfen der Benadelung kommen. Kiefer und zuweilen auch Tanne lassen die ver-

letzten Nadeln nicht so rasch fallen; bei Kiefer wenigstens funktionieren die von der Spitze herein mehr oder weniger abgestorbenen Nadeln oft noch lange Zeit.

Zuerst werden immer die älteren Jahrgänge der Nadeln abgeworfen, sie sind weniger widerstandsfähig als die Nadeln der jüngeren Jahrestriebe. Je stärker oder anhaltender die Raucheinwirkung ist, um so mehr Nadeln fallen ab, so daß sich das Nadelvermögen stark rauchkranker Bäume schließlich bis auf die Benadelung der jüngsten Triebe verkleinert. Die Herabsetzung der Langlebigkeit der Nadeln tritt wiederum besonders scharf bei der Fichte hervor. In rauchgefährdeten Lagen erreichen deren Nadeln statt des normalen Alters von 6 Jahren nur ein solches von etwa 1—3 Jahren. Bei der Tanne verringert sich das normale Lebensalter der Nadeln von 10—12 Jahren auf 4—8 Jahre.

Wie sehr die Reduktion der Nadeljahrgänge von der Intensität der Raucheinwirkung beeinflußt wird, erkennt man deutlich, wenn man die gleiche Nadelholzart an mehreren, von der Rauchquelle aus in der herrschenden Windrichtung gelegenen, aber verschieden weit entfernten Punkten untersucht. Während sich bei Fichte und Tanne in nächster Nähe der Rauchquelle nur 1—3, bei Kiefer oftmals nur 1 Nadeljahrgang auffinden lassen, ist mit wachsender Entfernung vom Ausgangspunkt des Rauches ein Zunehmen von Nadeljahrgängen zu verzeichnen.

Werner[1]) beobachtete in dem von ihm näher beschriebenen Falle, daß die Tanne erst in 10 und mehr km Entfernung von der Rauchquelle voll benadelt war, während Fichte und Kiefer ihre normalen 6 bzw. 4 Nadeljahrgänge bei 5—6 km Entfernung aufwiesen.

Es liegt auf der Hand, daß die mehr oder weniger weitgehende Entnadelung Lichtkronigkeit, Absterben von Trieben oder Ästen und im vorgeschrittenen Stadium das Eingehen des ganzen Baumes zur Folge hat. Dadurch daß beim Angriff sehr hochkonzentrierter Säuren auf noch jugendliche, sich eben entfaltende Triebe zuweilen die ganze Triebanlage vernichtet wird, entstehen ferner Lücken im Aufbau der Nadelhölzer. Durch Ausbildung dünner, schwach benadelter Höhentriebe wird der Habitus der rauchkranken Bäume ebenso verändert wie durch die zunächst auf die Gipfelpartien sich beschränkende dürftige, kurze und struppige Benadelung. In einzelnen Fällen krümmen sich die neuentwickelten Achsen der jungen Triebe in ganz ähnlicher Weise wie bei Spätfrostschäden.

In den älteren Orten führt das Absterben einzelner Stämme im Zusammenhalt mit der Auslichtung der Kronen zum Entstehen von Lücken und zur Unterbrechung des Kronenschlusses. Folge hiervon sind Vergrasung und Verunkrautung des Bodens. Andererseits sind in den unter Rauch leidenden Nadelholz-, besonders in Fichtenbeständen verschiedentlich Anhäufungen unzersetzter Nadeln und Verschwinden jeglicher Bodenvegetation in der Schirmfläche der erkrankten Bäume beobachtet und als Beweise für eine durch die Rauchsäuren herbeigeführte Bodenvergiftung (siehe S. 107) angesehen worden.

Als charakteristische Merkmale und Beweismittel für das Vorhandensein von Rauchschäden in Fichtenbeständen führt Gerlach[2]) weiterhin noch Bodenvernässung und frühzeitigen Windwurf, ferner Auftreten auffallend vieler dürrer, sichelartiger, nach dem Stamm zu gelegener Zweige (Sichelzweige) an. Mit Recht wird von Ramann[3]) aber auf das Unsichere dieser Rauchschadenmerkmale hingewiesen und zunächst noch der Nachweis dafür

1) Österr. Vierteljschr. 1908, 107. — 2) Allg. F. u. J.-Ztg. 1907, 375 u. Österr. F. u. J.-Ztg 1907, 144. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 233.

für erforderlich gehalten, daß durch die geminderte Verdunstung rauchgeschädigter Fichtenbestände eine Bodenvernässung und mit ihr eine Erhöhung der Sturmgefahr eintritt.

Weniger bedeutungsvoll ist die Einwirkung der Rauchgase auf Laubhölzer, obgleich an diesen, sobald es sich um akute Beschädigungen handelt, höchst charakteristische Schadenmerkmale in Erscheinung treten.

Die Beschädigungen zeigen sich auf den Blättern. Unter der Einwirkung konzentrierterer schwefliger Säure entstehen auf ihnen und zwar in den zwischen den Blattrippen liegenden Feldern mehr oder weniger große, mißfarbige, gelbe oder rotbraune Flecken. Bei starker Beschädigung dehnen sich diese zentrifugal mehr und mehr aus. Die Blätter werden fahl, verlieren ihren Turgor, fühlen sich trocken, oft dürr an und fallen bald ab.

Die Art und Weise der Fleckenbildung ist, soweit Anordnung, Größe und Färbung der Flecken in Betracht kommt, bis zu einem gewissen Grade für die einzelne Laubholzart charakteristisch. Bei den Eichen sehen die teils sehr großen, teils nur kleinen Flecken zunächst fahlgrün aus, färben sich später gelblich oder rötlich, umranden sich bräunlich und bekommen einen helleren Kern. Gegen das Licht gehalten, erscheinen die Flecken bisweilen von einer helleren Zone umgeben. Die zuletzt genannte Erscheinung zeigt sich auch bei den sonst ähnlichen rotbraunen Flecken der Buche. Kennzeichnend für diese Holzart ist die oftmals neben der Fleckenbildung einherlaufende schon erwähnte allgemeine fahlgrüne Verfärbung des ganzen Blattes. Die Ahornarten zeigen mehr oder weniger braun gefärbte, nach innen dunkel, nach außen hell umrandete, meist in der Nähe der Spitzen und Ränder angeordnete Flecken. Ebenso sind die Säureflecken auf den Blättern von Linde, Erle, Birke, Eberesche, Roßkastanie, Hornbaum, Esche usw. ohne weitere Eigentümlichkeiten rot- bis tiefbraun gefärbt. Bei Hornbaum und Esche entstehen sie meist am Blattrande, bei Birke bleiben sie klein und erscheinen reihenweise angeordnet. Eine Ausnahme von der allgemeinen Braunfärbung machen nur die Säureflecken auf Sambucus nigra, sie sind weiß und mehr randständig.

Die von den Flecken eingenommene Blattsubstanz stirbt bald ab, trocknet ein und bricht oftmals aus oder bröckelt wenigstens teilweise ab. Solche Blätter sehen infolgedessen aus, als seien sie angefressen worden, besonders dann, wenn die Flecken am Rande gesessen haben.

Handelt es sich nicht um schweflige Säure, sondern um eine der stark wasserlöslichen Mineralsäuren, unter deren Einwirkung die Vegetation, wie schon erwähnt, in der Nähe gewerblicher Anlagen oftmals zu leiden hat, so treten an den Blättern der Laubhölzer häufig neben der Fleckenbildung, bisweilen auch ohne diese, Verfärbungen des Blattrandes auf. Namentlich sind solche gelbe oder braune, an gebuchteten Blättern besonders an den Auszackungen deutlich werdende Ränderungen bei Einwirkung salzsäure- oder chlorhaltiger Rauchgase zu beobachten. Bei manchen Holzarten, z. B. bei Buche, zieht sich, wie die bei künstlichen Räucherungsversuchen von v. Schröder erzielten Bilder erkennen lassen, der gebräunte Saum zuweilen auch gleichmäßig um das ganze Blatt herum.

Neben einer durch saure Gase oder saure Nebel hier und da herbeigeführten vorzeitigen, bei der Buche unter Umständen schon im Spätsommer einsetzenden Entlaubung sind bei Laubhölzern weiterhin noch Zopfdürre, Beeinträchtigungen der Fruktifikation, Fehlen des Flechtenansatzes und Auftreten eigenartiger Farbentöne am

Stamm mit der Raucheinwirkung in Zusammenhang gebracht worden. Inwieweit derartige im wesentlichen habituelle Veränderungen als Folgeerscheinungen einer chronischen Erkrankung durch schweflige Säure anzusehen sind, bedarf noch näherer Untersuchung. Sicher ist nur das eine, daß solchen chronischen Beschädigungen von Laubhölzern im Gegensatz zu denen der Nadelhölzer eine nennenswerte wirtschaftliche Bedeutung nicht zukommt.

3. Physiologische Erklärung der Rauchschäden.

So bekannt die an manchen Orten recht umfangreichen Rauchschäden auch sind, und so anerkennenswert und erfolgreich die Arbeit ist, die auf wissenschaftlichem wie praktischem Gebiete in den letzten Jahrzehnten geleistet wurde, um die Rauchfrage in Übereinstimmung zu bringen mit den berechtigten Forderungen der großen produktiven Wirtschaftszweige Industrie und Bodenkultur, so fehlt es doch keineswegs an Fragezeichen, sobald es sich um klare Erkenntnis des Schädigungs- und Erkrankungsvorganges bzw. um Auffindung und Durchführung wirksamer Vorbeugungs- und Abstellungsmaßnahmen handelt. Erst in neuester Zeit sind durch die auf wertvollen Beobachtungen und exakten Versuchen aufgebauten Arbeiten von Wieler, Sorauer, Wislicenus und Neger eine Reihe der vom Rauchschadenproblem umschlossenen Einzelfragen mehr oder weniger restlos gelöst worden; andere nicht minder wichtige sind noch nicht genügend aufgehellt und bedürfen weiterer Aufklärung durch die Forschung.

Nachstehend sollen die wichtigsten der vorstehend erwähnten Fragen kurz berührt und nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnis beantwortet werden. Die wesentlichen Punkte seien in folgende Fragestellungen eingeschlossen:

a) Entsteht Rauchschaden durch ober- oder unterirdische Beeinflussung des pflanzlichen Organismus?

b) Auf welche Störungen normaler Funktionen ist der Rauchschaden zurückzuführen?

c) Bei welchem Verdünnungsgrade sind die Abgase unschädlich?

a) Entsteht Rauchschaden durch ober- oder unterirdische Beeinflussung des pflanzlichen Organismus?

Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, daß man die Rauchschäden nach der mehr oder weniger intensiven Wirkung des schädigenden Verbrennungs- oder Abgases in akute und chronische zu trennen pflegt. Neben dieser keineswegs in allen Fällen leichten oder möglichen Unterscheidung spricht man noch von Ätz- oder Beizschäden und von Atmungsschäden. Man unterstellt bei dieser letzteren Einteilung, daß die Schäden in dem einen Falle durch ätzende Einwirkung von Säuren auf die Pflanzenteile, durch Zerstörung der Kutikula und Epidermis, also von außen her hervorgerufen werden, während bei der 2. Gruppe, den Atmungsschäden, die Erkrankung eine Folge innerer, in den Blättern durch Einatmen giftiger Gase herbeigeführter Störungen ist. Berücksichtigt man, daß unter sonst gleichen Verhältnissen zur Erzeugung akuter Schäden stärker konzentrierte Gifte, in erster Linie saure Nebel oder säurehaltiges Wasser nötig, die chronischen Schäden aber hauptsächlich auf die

Rauchgase und deren Gehalt an schwefliger Säure zurückzuführen sind, so ergibt sich unschwer, daß akute Schäden mit Ätzschäden und chronische Schäden mit Atmungsschäden im wesentlichen übereinstimmen.

Die schädliche Einwirkung der in den Rauchgasen enthaltenen Giftstoffe, insbesondere der schwefligen Säure und der Schwefelsäure, kann sich nun in zweierlei Weise vollziehen, entweder direkt oder indirekt. Wirken die Giftstoffe direkt auf die Pflanzenteile ein, indem sie als Gas oder Säure in diese eindringen, so müssen sich Schadenbilder ergeben, die je nach der Empfindlichkeit des getroffenen Pflanzenteils und je nach dem Konzentrations- und Wirkungsgrade des schädigenden Giftes bald als Atmungs-, bald als Ätzschaden zu bezeichnen sind. Es liegt nahe, daß Ätz- oder akute Schäden nur durch direkte Einwirkung der Rauchgifte, stets also oberirdisch erzeugt werden.

Anders die sog. chronischen Schäden. Bei diesen liegt die Möglichkeit vor, daß sie auf direktem Wege, durch Eindringen giftiger Gase in die Blattsubstanz in Form von Atmungsschäden entstehen; sie können aber auch indirekt dadurch herbeigeführt werden, daß die Giftstoffe durch Niederschläge dem Boden zugeleitet werden und in diesem dem Pflanzenwuchs abträgliche Veränderungen hervorrufen.

Dieser zweite, mit dem Wort „Bodenvergiftung" umschriebene Fall hat in neuerer Zeit, nachdem schon v. Schroeder und Reuß durch den Hinweis auf das Verschwinden der niederen Bodenvegetation unter rauchkranken Fichten auf ihn aufmerksam gemacht hatten, namentlich in Wieler einen eifrigen Verfechter gefunden.

Der genannte um die Rauchschädenforschung verdiente Autor vertritt in seinem Buche über Pflanzenwachstum und Kalkmangel (Berlin 1912)[1]) die Anschauung, daß die chronischen Rauchschäden hauptsächlich Folge einer allmählichen Verarmung des Bodens an den für das Pflanzenwachstum unentbehrlichen Kalksalzen seien. Er nimmt an, daß die mit den Niederschlägen in den Boden gelangten Säuren der Rauchgase die hier vorhandenen Basen zur Neutralisation verbrauchen. Durch Auswaschen der Basen entstehe Mangel an den als Bindemittel für die Humussäure notwendigen Alkalien, die Zersetzung der Humusstoffe werde erschwert, die Mikroflora gehe zurück, und es trete infolgedessen eine allgemeine Ausmagerung des Bodens ein, die zum Absterben der Bestände führe.

Der Beweiskraft der von Wieler als Stütze für seine Entkalkungstheorie angeführten Versuche steht, wie Wislicenus und Reger hervorheben, das Vorkommen von ausgedehnten Rauchschäden auf stark kalkigen oder reinen Kalksteinböden gegenüber. Auch lehrt die Erfahrung, daß die Dauer der Rauchschäden allenthalben vom Fortbestand der Rauchquellen abhängig ist und daß weitere Schädigungen der Vegetation nicht einzutreten pflegen, wenn die Rauchquelle beseitigt wird. In noch überzeugenderer Weise als durch diese Beobachtungen aber wird durch die Räucherungsversuche bewiesen, daß die Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der Entkalkungstheorie eine nur geringe ist. Experiment wie Beobachtung rauchbeschädigter Bestände weisen mit großer Überzeugungskraft darauf hin, daß die chronischen, durch dünne schwefligsaure Abgase hervorgerufenen Beschädigungen wenn nicht allgemein, so doch zum überwiegenden Teile auf direktem Wege, durch Schädigung des Assimilations-

1) Vgl. auch Wieler: Wenig beachtete Rauchbeschädigungen. Jahresbericht d. Vereinigung d. Vertreter d. angew. Botanik 1903, 62.

apparates entstehen. Wenn eine indirekte Schädigung infolge Bodenentkalkung nebenher läuft, so muß nach den vorliegenden Ergebnissen exakter vergleichender Versuche geschlossen werden, daß dieser indirekte Einfluß im allgemeinen post festum, d. h. erst dann zur Geltung kommt, wenn die unter Raucheinwirkung leidenden Bestände durch die direkte oberirdische Beeinflussung bereits tot geräuchert sind.

Die weitere Frage, auf welchem Wege die im Rauch enthaltenen Pflanzengifte gelegentlich ihrer oberirdischen Einwirkung in das Innere des Pflanzenkörpers gelangen, ist durch Wieler und Neger übereinstimmend gelöst worden, und zwar mit einem die bisherigen Anschauungen umstoßenden Ergebnis. Bisher galt die von v. Schröder und Reuß vertretene Ansicht, daß die Spaltöffnungen der Blattorgane bei der Aufnahme der schwefligen Säure und der anderen giftigen Gase keine Rolle spielten, daß die Rauchgifte vielmehr auf osmotischem Wege von der ganzen Blattoberfläche durch die Epidermis hindurch aufgenommen würden. Diese Ansicht besteht, wie von Wieler zunächst für die Laubhölzer, von Neger in jüngster Zeit auch für die Nadelhölzer einwandfrei nachgewiesen worden ist, nicht zu Recht. Als Eintrittspforten kommen vielmehr, soweit Gase, nicht aber säurehaltiges Wasser und die durch solches hervorgerufenen Ätzwirkungen in Frage kommen, lediglich die Spaltöffnungen in Betracht.

Durch die Untersuchungen Negers ist auch ein aus der Erfahrung abgeleiteter und deshalb scheinbar richtiger Einwand gegen die Annahme der Spaltöffnungen als Eingangspforten entkräftet und auf das richtige Maß seiner Bedeutung und Berechtigung zurückgeführt worden. Aus der Tatsache nämlich, daß die Rauchbeschädigung der Vegetation durch schweflige Säure bei nasser Witterung viel intensiver zu sein pflegt als bei trockener, schloß man auf Absorption der schwefligen Säure durch die Niederschläge und auf Oxydation zu Schwefelsäure. Die stärkeren Beschädigungen nasser Zeitperioden brachte man dann mit äußerlichen Ätzwirkungen der stark ätzenden Schwefelsäure in Zusammenhang.

Bei dieser Annahme überschätzt man jedoch, wie die von Neger angestellten Benetzungs- und Eintauchversuche zeigen, die ätzende Wirkung der durch nachträgliche Oxydation entstandenen und von den benetzten Zweigen aufgenommenen Schwefelsäure weit. Die Nadeln der Koniferen besitzen, solange sie intakt sind, eine auffallend große Widerstandsfähigkeit gegen wässerige Schwefelsäure. Erst mit steigendem Nadelalter nimmt die Empfindlichkeit der Nadeln bei allen Nadelhölzern gegen Schwefelsäure zu. Die größere Empfindlichkeit der älteren Nadeln kommt bei der Tanne viel mehr zum Ausdruck als bei der Fichte, eine Erscheinung, die ihre Erklärung darin findet, daß die derben, harten Nadeln der Fichte gegen mechanische Verletzungen weit besser geschützt sind als die der Tanne. Junge Nadeln zeigen sich nur dann empfindlich, wenn sie noch nicht genügend kutikularisiert sind, d. h. wenn sie bald nach dem Austreiben der Einwirkung der Schwefelsäure ausgesetzt werden. Sobald die Nadeln überwintert haben, sind sie widerstandsfähig, und zwar um so mehr, je jünger sie sind.

Wenn sich die schweflige Säure an beregneten Pflanzen niederschlägt, ohne zu Schwefelsäure oxydiert zu werden, bedeutet sie für die Pflanzen eine weit größere Gefahr. Sie wirkt in wässriger Lösung viel giftiger als gleich konzentrierte Schwefelsäure. Die letztere braucht, um in die Nadeln eindringen zu können, Verletzungen; die aus der wäßrigen Lösung freiwerdende schweflige Säure aber benutzt die Spalt-

öffnungen, um in das Nadelinnere zu gelangen. Wenn nun ältere Nadeln oder Nadeln jedweden Alters in beregnetem Zustande leichter und stärker beschädigt werden als jüngere bzw. trockene Nadeln, so liegt der Grund darin, daß die schweflige Säure an den älteren bzw. nassen Nadeln bessere Gelegenheit zum Eindringen findet. Wie Neger festgestellt hat, nimmt bei den Nadelhölzern die Beweglichkeit der Schließzellen mit zunehmendem Alter ab. Die Spaltöffnungen vermögen sich an älteren Nadeln nicht mehr so vollkommen zu schließen wie an jungen, sondern sind dauernd mehr oder weniger offen. An jüngeren Nadeln mit noch gut beweglichem Spaltöffnungsapparat leistet die Benetzung dem Eindringen der schwefligen Säure Vorschub. Infolge größeren Turgors öffnen sich die Spaltöffnungen an feuchten Blattorganen weiter als an trockenen. Das giftige Gas vermag deshalb bei nasser Witterung leichter einzudringen als dann, wenn die Pflanze sich durch Schluß der Schließzellen gegen Wasserverluste zu schützen sucht.

Bei den von Wislicenus und Neger durchgeführten Räucherungsversuchen mit SO_2 ist die große Bedeutung, welche Geöffnet- und Geschlossensein der Spaltöffnungen für die Intensität des Rauchschadens hat, in überzeugender Weise durch Beräucherung eingetopfter Pflanzen dargelegt worden, deren Triebe vor Anstellung des Versuches teilweise geknickt worden waren. Während die Versuchspflanzen an den intakten Teilen nach kürzerer oder längerer Dauer der Beräucherung alle Merkmale der SO_2-Vergiftung aufwiesen, behielten die geknickten Triebe ihre gesunde, grüne Färbung. Das beweist, daß die an diesen Trieben befindlichen Nadeln, um sich vor Wasserverdunstung zu schützen, die Spaltöffnungen geschlossen hatten. Sie schützten sich auf diese Weise gleichzeitig auch gegen den Eintritt der schwefligen Säure.

b) Auf welche Störungen normaler Funktionen ist der Rauchschaden zurückzuführen?

Bei der Untersuchung rauchkranker Bäume ergeben sich jederzeit mit größerer oder geringerer Deutlichkeit 2 Tatsachen: Vertrocknung der Blattorgane und Minderung des Zuwachses. Daraus geht hervor, daß die beiden wichtigen Lebensfunktionen Transpiration und Assimilation durch den Einfluß der Rauchsäuren Störungen erfahren.

Nach v. Schroeder und Reuß besteht die Störung der Wasserwirtschaft der rauchkranken Pflanzen in einer Herabsetzung der Transpiration. Die genannten Autoren nahmen auf Grund ihrer Beobachtungen an, daß die Wasseraufnahme unter dem Einflusse der schwefligen Säure eine geringere Einbuße erleide als die Wasserabgabe und schlossen folgerichtig auf das Zustandekommen einer Wasserstauung in den erkrankten Teilen. Zu einem völlig entgegengesetzten, die oben erwähnte Vertrocknung rauchkranker Blattorgane besser erklärenden Ergebnis kam Neger. Er fand, daß der Wassergehalt von Fichtentrieben schon nach kurzer schädigender Einwirkung von SO_2 um $^1/_3$, in extremen Fällen um die Hälfte des Wassergehaltes gesunder Triebe zu sinken vermag und daß bei Unterbindung der Wasseraufnahme kranke Triebe viel mehr Wasser in der Zeiteinheit verlieren als gesunde. Die letztgenannte Erscheinung erklärt sich aus der größeren Wasserkapazität der gesunden Zelle gegenüber der kranken, sowie vielleicht auch aus dem durch die schweflige Säure etwas verminderten Schließungsvermögen der Spaltöffnungen der erkrankten Blattorgane.

Das Ergebnis der Untersuchungen Negers steht jedenfalls in vollem Einklang mit dem tatsächlichen Befund in Rauchgebieten. Die rauchkranken Blätter geben mehr Wasser ab als sie aufzunehmen vermögen. Diese Verlustwirtschaft muß zum Ver-

trocknen führen, um so mehr, da die Wasserabgabe der erkrankten Organe schneller erfolgt als bei gesunden Blättern.

Schwieriger zu beantworten ist die Frage, in welcher Weise die schweflige Säure die assimilatorische Leistung der Pflanzen beeinträchtigt. Der an rauchkranken Bäumen zu beobachtende, hier und da ganz auffällige Rückgang des Massenzuwachses kann sowohl Folge einer direkten Störung bei der Bildung von Kohlehydraten, wie auch darauf zurückzuführen sein, daß die Assimilationsfläche des einzelnen Baumes durch den Verlust rauchkranker Blätter eine mehr oder weniger weitgehende Verkleinerung erfährt.

Die vorliegenden Ergebnisse der Räucherungsversuche und der experimentellen Prüfung des Assimilationsvorganges weisen darauf hin, daß die schweflige Säure in den Assimilationsprozeß direkt eingreift und in dessen Chemismus Störungen verursacht, die einen Rückgang des Zuwachses zur Folge haben. Besonders bedeutungsvoll ist in dieser Richtung der von Wislicenus[1]) schon früher beigebrachte und neuerdings durch exakte Nachprüfung als richtig bestätigte Nachweis, daß die Pflanzen bei ruhender Assimilation, d. h. während des winterlichen Ruhezustandes und im Sommer bei Nacht oder künstlich herbeigeführter starker Verdunkelung gegen schweflige Säure unempfindlich sind. Sie vermögen auch in Zeiten, wo der Chlorophyllapparat nicht arbeitet, ganz beträchtliche Mengen von schwefliger Säure ohne wesentlichen Schaden aufzunehmen. Mit aller Schärfe geht aus den Versuchen von Wislicenus wie auch aus der ebenso instruktiven Beweisführung Negers hervor, daß die schweflige Säure ein spezifisches Assimilationsgift ist und daß sie geradezu als ein ausgezeichnetes Reagens auf die Assimilationstätigkeit betrachtet werden kann. Je lebhafter die assimilatorische Tätigkeit der Blattorgane infolge starker Belichtung und günstiger Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse ist, um so rauchempfindlicher ist die Pflanze. Daraus folgt, daß die stärksten Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase im Vor- und Hochsommer, nicht aber, wie R. Hartig[2]) annahm, im Winter entstehen.

Die anormalen physiologisch-chemischen Vorgänge, die sich unter dem Einfluß der schwefligen Säure bei der Assimilation und Stoffproduktion abspielen, bedürfen noch weiterer Aufklärung. Die experimentell nachgewiesene Tatsache, daß die Beeinträchtigung der Assimilation durch schweflige Säure ungleich größer ist als durch Schwefelsäure, läßt Neger vermuten, daß es wahrscheinlich die stark reduzierenden Eigenschaften der schwefligen Säure und deren Neigung, sich an Aldehyde anzulagern, sind, die zu einer Verstärkung der Giftwirkung führen. Im Innern der Pflanzenzellen rauchkranker Blätter sterben jedenfalls die Chlorophyllkörper ab und bilden zuletzt mit dem Plasma und dem übrigen Zellinhalt eine braune Masse. Bei akuten Erkrankungen durch SO_2 trocknet der gebräunte Zellinhalt nach Sorauer[3]) schnell auf die Zellwandungen auf, sodaß diese derb und verquollen aussehen, während in der Zelle selbst eine Entleerung eingetreten zu sein scheint.

---

1) Thar. Jhrb. 1898, 152 u. Mitteilgn. a. d. K. S. Forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt, Bd. I, 113 u. 134 ff. — 2) Lehrb. d. Pflanzenkrankh. 3. Aufl. 1900. — 3) Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1906, 165, 343.

c) **Bei welchem Verdünnungsgrade sind die Abgase unschädlich?**

Die Frage, bei welcher Konzentration die die Luft verunreinigenden giftigen Gase schädlich zu werden beginnen bzw. bei welchem Grenzwert ihre Giftwirkung aufhört, hat ihrer praktischen Bedeutung wegen die Rauchschadenforschung lebhaft beschäftigt und hat zahlreiche Untersuchungen veranlaßt.

Es ist von vornherein klar, daß diese Frage, soweit sie überhaupt lösbar ist, nicht allgemein, sondern nur für die einzelne Giftart gelöst werden kann und daß es unzulässig ist, die für das eine Gift gefundenen Werte auf andere in den Abgasen enthaltenen Pflanzengifte zu übertragen. Weiter weist die verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Holzarten darauf hin, daß den für die wichtigsten Rauchgifte ermittelten Grenzwerten eine umfassendere Geltung nur dann zugesprochen werden kann, wenn sie jeweils für die empfindlichste Holzart und unter Zugrundelegung aller die Giftwirkung fördernden Momente (aktive assimilatorische Tätigkeit, starke Sonnenbestrahlung, Wärme usw.) ermittelt wurden. Und selbst so sorgfältig gefundenen Zahlen würde noch in der sehr ungleichen Widerstandsfähigkeit der Individuen einer Art eine Schranke für allgemeine Gültigkeit entstehen.

Es geht daraus hervor, daß die Unschädlichkeitsgrenze eines Rauchgiftes nicht in einer bestimmten Zahl, sondern nur annähernd angegeben werden kann. Für schweflige Säure wurde die Schädlichkeitsgrenze zumeist als zwischen 1 : 200000 bis 1 : 500000 (d. h. 1 Teil SO_2 auf 200000 bis 500000 Teile Luft) liegend angenommen. Aber schon von Schroeder fand, daß bei längerer Einwirkung Verdünnungen bis zu ein Millionstel schädlich zu werden vermögen. Zu einem ähnlichen Ergebnis ist Wislicenus bei seinen neuesten Versuchen gekommen. Hiernach ist auch ein Luftsäuregehalt von weniger als $^1/_{500000}$ imstande, im Hochsommer innerhalb weniger Tage schwerste bis tödliche Schädigungen hervorzurufen, sobald starke unmittelbare Sonnenbestrahlung mitwirkt. Es scheinen jedoch auch in der Zeit der größten Empfindlichkeit der Pflanzen gegen Rauchgase Schäden durch schweflige Säure bei einer Verdünnung von 1 : 1000000 im allgemeinen nicht mehr vorzukommen oder wenigstens ziemlich belanglos zu sein, sodaß die Schädlichkeitsgrenze der SO_2 richtigerweise zwischen $^1/_{500000}$ und $^1/_{1000000}$ zu suchen ist.

Trotz dieser sehr weitgehenden Verdünnung, in welcher die schweflige Säure — außer ihr vielleicht nur noch das Fluorsilizium — zu schädigen vermag, wäre es fehlerhaft, aus der fortgesetzten Vermehrung der Rauchquellen und der infolgedessen gesteigerten Erzeugung von SO_2 auf einen allgemeinen Ruin der empfindlicheren Holzarten zu schließen. Der qualitative Nachweis der schwefligen Säure in der Atmosphäre ist noch nicht gleichbedeutend mit dem Vorhandensein eines unbedingt schädlichen Konzentrationsgrades. Der den Rauchgasen aller Art zur Verfügung stehende Ausbreitungsraum ist so riesig, daß selbst hochkonzentrierte Gase mit Leichtigkeit in unschädliche Verdünnungen übergeführt werden könnten, wenn es sich hierbei allein um den Raum handelte. Daß das letztere nicht der Fall und daß deshalb andererseits die Besorgnis vor Rauchschaden an vielen Örtlichkeiten wohl begründet ist, wird durch die großen Verwüstungen bewiesen, welche der Rauch in der Umgebung von Industrieorten bereits angerichtet hat. Sie zeigen mit hinreichender Deutlichkeit, daß die wünschenswerte Verdünnung des Rauches auf Schwierigkeiten stößt, deren Überwindung zu den wichtigsten Aufgaben des Schutzes gegen Rauchschaden gehört.

Es bleibt noch näher zu untersuchen, ob neben den sichtbare Schäden hervorrufenden Konzentrationsgraden der Rauchgifte auch Verdünnungen Beachtung verdienen, die zwar das normale Aussehen der Pflanzen nicht beeinträchtigen, die aber doch physiologische, in einer Zuwachsminderung zum Ausdruck kommende Störungen zur Folge haben. Man spricht in solchem Falle von „unsichtbaren Rauchschäden".[1]) Es würde sich hierbei um sehr schwache Konzentrationen handeln, welche die Zellen nicht töten, die assimilatorische Tätigkeit der Chloroplasten aber derartig herabdrücken, daß eine Minderung in der Erzeugung organischen Materiales die Folge ist.

4. Diagnose des Rauchschadens.[2])

Die Frage nach äußeren oder inneren Merkmalen zur Erkennung der von Rauchgasen verursachten Beschädigungen und zur sicheren Unterscheidung derselben von anderen Krankheitserscheinungen ist zunächst in wissenschaftlicher Hinsicht von Interesse. Ihre Beantwortung ist aber auch in anderer Beziehung von größtem Werte, da es bei entstehenden Differenzen und bei Rechtsstreiten zwischen Waldeigentümer und Besitzer der Rauchquelle die erste Aufgabe der praktischen Rauchexpertise ist, festzustellen, ob die Beschädigung des Waldes allein oder wenigstens vorwiegend durch den Rauch hervorgerufen wurde oder ob sie auf andere Ursachen (Frost, Hitze, austrocknender Wind, Insekten, Pilze) zurückzuführen ist.

Die Feststellung von Rauchbeschädigungen hat man gewöhnlich auf zwei Wegen versucht, und zwar

1. durch die chemische Analyse der beschädigten Organe, insbesondere der Nadeln;

2. durch mikroskopische Untersuchung der anatomischen Verhältnisse der erkrankten Blattorgane unter Berücksichtigung der unter 2. (S. 103) näher beschriebenen äußeren (makroskopischen) Schadenmerkmale.

Über die Frage, welche Methode am sichersten zum Ziele führt, hat seit 1895 eine lebhafte Meinungsäußerung stattgefunden, an der sich hauptsächlich Borggreve, v. Schroeder, Reuß, R. Hartig, Ramann, Wieler, Vater, Ost, Wislicenus u. a. beteiligt haben. Die derzeitige Ansicht geht mit Recht dahin, daß ein einfaches und sicheres Mittel, um schädliche Raucheinwirkungen zu erkennen, der praktischen Rauchexpertise noch fehlt. Die letztere darf sich, um zu richtigen Schlüssen zu kommen, nicht mit dem einzelnen Untersuchungsergebnis begnügen, sondern muß ihr Urteil auf die Begutachtung sämtlicher Schadenmerkmale und Begleiterscheinungen stützen.

1. Die chemische Analyse. Unter den verschiedenen Hilfsmitteln für den Nachweis einer Rauchbeschädigung der Vegetation gilt die Untersuchung des Schwefelsäuregehaltes der Asche der Blattorgane zurzeit noch als sicherste Methode. Sie geht davon aus, daß sich das verbreitetste Rauchgift, die schweflige Säure, in Form von Schwefelsäure in den Assimilationsorganen aufspeichert und daß dann, wenn auf analytischem Wege ein mehr oder weniger starkes Übersteigen des normalen

1) Sorauer und Ramann: Bot. Zbl. 1899, Bd. 80, 50, 106, 156, 205, 251. — Wieler: Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 513; 1903, 204. — Brizi: Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1904, 160. — 2) Sorauer: Beitrag zur anatomischen Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. II. Landwtsch. Jhrb. 1908, 673. — Ders.: Die mikroskopische Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. Berlin 1911 (Hft. 7 der Sammlung von Abhdlgn. üb. Abgase u. Rauchschäden", hrsg. v. J. Wislicenus).

Schwefelsäuregehaltes in den untersuchten Pflanzen nachweisbar ist, die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung durch schwefligsaure oder schwefelsaure Rauchgase angenommen werden kann. Es ist nicht Aufgabe der chemischen Analyse, den Beschädigungsgrad festzustellen; sie soll nur den Nachweis der stattgefundenen Rauchbeschädigung führen. Auch hierbei läuft sie Gefahr, zuviel beweisen zu wollen, wenn sie die Untersuchungsergebnisse ohne Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zur Grundlage ihres Urteils macht.

Der vorstehend erwähnte normale Gehalt an SO_3 ist auch bei völlig gesunden Bäumen keine feststehende Größe, sondern wird vom Standort, insbesondere vom Gehalt des Bodens an schwefelsauren Salzen beeinflußt. Das gleiche gilt von den anderen schädlichen Rauchbestandteilen. Infolgedessen gestattet die absolute Menge der in kranken Bäumen gefundenen SO_3 nur dann einen sicheren Schluß auf Rauchbeschädigung, wenn sich diese Menge beim Vergleich mit dem SO_3-Gehalt brauchbarer gesunder Vergleichsbäume als eine anormale Anreicherung herausstellt oder wenn sich zeigt, daß die in der Nähe der Rauchquelle, aber sonst unter gleichen Verhältnissen stehenden Pflanzen mehr Schwefelsäure enthalten als die in größerer Entfernung wachsenden. Bei jeder auf chemischem Wege erfolgenden Rauchschadenbestimmung ist die Gewinnung geeigneter Vergleichsobjekte von großer Wichtigkeit. Einen allgemeinen Mittelwert für den SO_3-Gehalt gesunder Bäume zum Vergleich heranzuziehen, ist unzulässig. Es müssen vielmehr in jedem Einzelfalle gesunde und kranke Probebäume untersucht werden und zwar so viele (je 25—30), daß eine Nachprüfung mit genügender Wahrscheinlichkeit zu demselben Ergebnisse gelangt. Das oben erwähnte Schwanken des Gehaltes der Blatt- bzw. Nadelasche an SO_3 bei gesunden Bäumen macht erforderlich, daß die kranken und gesunden Probebäume der gleichen Holzart angehören, auf gleichen Böden stocken und möglichst in verschiedenen Entfernungen von der Rauchquelle ausgewählt werden.[1]) Je mehr diese Bedingungen beachtet werden, um so mehr gewinnt die Schwefelsäureanalyse den ihr von den meisten chemisch gebildeten Rauchschadenforschern (v. Schroeder[2]), Ramann[3]), Wieler, Wislicenus u. a.) beigelegten Wert eines sicheren Beweismittels.

Der SO_3-Gehalt von Nadeln gesunder Bäume ist, wie schon erwähnt, keine konstante Größe, kann aber, wie aus zahlreichen Untersuchungen hervorgeht, im großen Durchschnitt als zwischen 0,19 % bis 0,25 % in Trockensubstanz schwankend angenommen werden. Wie bedeutend dieser Gehalt in Rauchgebieten in die Höhe zu schnellen vermag, lassen folgende Einzelbefunde erkennen: v. Schroeder fand im Oberharz in rauchgeschädigten Fichten 1,33 %, Portele[4]) im Rauchschadengebiet Aal bei Sterzing in Tirol 1,86 %, v. Rusnov[5]) in einem oberösterreichischen Rauchschadengebiete 1,27 %. Wislicenus[6]) stellte an rauchkranken Fichten sowohl bei chronischen Schäden in der Natur wie auch bei künstlich erzeugten chronischen Schäden durchgängig eine Steigerung des Schwefelsäuregehaltes um rund 0,2 bis 0,25 % in Trockensubstanz und rund 4 bis 6 % in Asche fest.

2. **Die botanische Untersuchung (mikroskopische Analyse).** Ob und inwieweit es der Botanik möglich ist, bei der Feststellung von Rauchschäden gleichwertige Dienste zu leisten wie die Chemie, ist eine viel umstrittene, von den Bota-

1) Vater: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1897, 59 und Thar. Jhrb. 1897, 254. — Wislicenus: Ztschr. f. angew. Chemie 1901, Hft. 28. — 2) Bericht d. Sächs. Forstvereins 1895, 27. — Ders. u. Schmitz-Dumont: Thar. Jhrb. 1896, 1. — 3) Ztschr. f. F. u. Jw. 1894, 660; 1896, 551, 687. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 233. — 4) Österr. landw. Zbl. 1891, Hft. 1, 27. — 5) Zbl. f. d. ges. Fw. 1910, 257. — 6) Thar. Jhrb. 1898, 152; Ztschr. f. angew. Chemie 1901, Hft. 28.

nikern im allgemeinen bejahte, von den Chemikern verneinte Frage. Es liegt nahe, die an den beschädigten Pflanzen auftretenden sichtbaren Schadenmerkmale (Verfärbungen der Blätter, Fleckenbildungen, Lichtkronigkeit usw.) als viel bequemere und von selbst sich ergebende Beweisstücke für Rauchbeschädigung anzusehen als die zeitraubende, an Sonderkenntnisse und Sonderapparate gebundene chemische Analyse. Zweifellos sind die äußerlichen morphologischen Merkmale auch sehr geeignet, den Blick des Untersuchenden auf die Schadenursache hinzulenken, sie kranken aber an dem großen Übelstande, daß ihr diagnostischer Wert kein sicherer ist. Auch allerhand andere Krankheits- und Todesursachen als Rauchbeeinflussung vermögen die gleichen äußerlichen Veränderungen und Merkmale in zum mindesten sehr ähnlicher Weise hervorzurufen. Das äußere Bild der erkrankten Pflanze genügt deshalb nicht zur Überführung des Rauches als Schädiger.

Auch die von verschiedenen Seiten (R. Hartig, P. Sorauer) ausgegangenen Bemühungen, die unzureichende Beweiskraft der makroskopischen Schadenmerkmale durch Auffindung typischer, durch Säureeinwirkung hervorgerufener anatomischer Veränderungen zu ergänzen, haben noch zu keinem sicheren Resultat geführt. R. Hartig[1]) glaubte in der von ihm an rauchkranken Nadeln beobachteten intensiven Rötung der Schließzellen der Spaltöffnungen ein zuverlässiges Merkmal gefunden und die Rauchschadenforschung um das von ihr gesuchte Beweismittel bereichert zu haben. Leider aber haben die schon bald nach der Veröffentlichung der Hartigschen Ansicht lautgewordenen Bedenken[2]), daß auch noch andere schädigende Einwirkungen Rötung der Schließzellen zur Folge haben könnten, recht gehabt. Eingehendere Untersuchungen haben dargetan, daß das von Hartig als Kriterium für Rauchschaden bezeichnete Merkmal nur eine Verallgemeinerung einzelner Funde und deshalb unverwertbar ist. Wieler[3]) zeigte, daß auch andere Todesursachen (Trockenheit, Hitze) die Schließzellenrötung herbeizuführen vermögen, Sorauer[4]) fand die Rotfärbung bei langsam unter Lichteinfluß absterbenden Nadeln und Regers[5]) Beobachtung der Schließzellenrötung an plötzlich absterbenden bzw. verschieden belichteten Nadeln läßt erkennen, daß auch der von Sorauer angegebene Kreis der Voraussetzungen für das Entstehen der Rötung ein noch zu enger ist. In seiner bereits oben angeführten Arbeit über die mikroskopische Analyse rauchbeschädigter Pflanzen (Berlin 1911) hat Sorauer in dankenswerter Weise versucht, den anatomischen Befund als Hilfsmittel für die Beurteilung von Rauchschäden speziell an Fichte mehr als bisher zu verwerten und gewisse Richtlinien aufzustellen für das Erkennen der verschiedenen Todes- und Beschädigungsursachen. Dem wichtigsten Rauchgift, der SO_2, gegenüber kommt er zu dem Ergebnis, daß bei schwachen chronischen Beschädigungen die anatomische Analyse ebensowenig beweisend ist wie die chemische, weil die dann entstehenden Veränderungen des Zellinhaltes der kranken Fichtennadeln in derselben Weise sich auch bei anderen Schädigungsfaktoren geltend machen. Eine beachtenswertere diagnostische Wirkung schreibt er nur akuten SO_2-Beschädigungen zu. Die Zellen des Nadelparenchyms stellen dann ein anscheinend leeres Maschenwerk dar, obgleich sie nicht entleert, sondern mit ihrem gesamten Inhalt abgestorben sind. Wie schon

1) Forstl.-naturw. Ztschr. 1896, 65, 245. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1896, 680. — Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1897, 301. — 2) Ramann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1896, 551. — 3) Das. 1897, 513. — 4) Notizblatt d. Bot. Gartens Berlin 1898, Nr. 16. — 5) Naturw. Wochenschr. 1914, 529.

oben angeführt, wird das genannte Bild dadurch herbeigeführt, daß der Zellinhalt sich in verschiedener Form an die Zellwandung zurückzieht und auf derselben auftrocknet.

Wie schwer es im einzelnen Falle sein kann, Beschädigungen durch Rauch und solche durch andere Ursachen auseinanderzuhalten, dafür bietet die hin und wieder im zeitigen Frühjahr bei trockener Witterung unter Einwirkung starker Besonnung eintretende intensive Nadelrötung ein gutes Beispiel. Die mit dem Namen Frühjahrs- oder Frosttrocknis bezeichnete Erscheinung ähnelt der durch Rauchwirkung herbeigeführten Nadelerkrankung äußerlich und anatomisch in hohem Maße, sodaß Täuschungen und Trugschlüsse leicht möglich sind, besonders dann, wenn auf das Alter der geröteten Nadeln und deren räumliche Verteilung nicht genügend geachtet wird. Mit Recht ist nämlich von Sorauer[1]) und Neger[2]) darauf hingewiesen worden, daß die Verfärbung bei der Frühjahrstrocknis nur oder doch hauptsächlich nur den jüngsten, im vorhergehenden Jahre entstandenen Nadeljahrgang zu erfassen pflegt, während die Nadeln der früheren Jahrgänge infolge späteren Erwachens zur Lebenstätigkeit grün bleiben. Bei Rauchwirkung, soweit sie nicht auf akute Schäden zurückzuführen ist, ist der Gang der Rotfärbung umgekehrt. Die älteren Nadeljahrgänge leiden, wie wir schon oben sahen, durch chronische Raucheinwirkung mehr und fallen eher zu Boden als die jüngeren. Weitere Unterscheidungsmerkmale zwischen Rauch- und Frühjahrsrötung der Nadeln sind plötzlicher Eintritt der Verfärbung bei Frühjahrstrocknis und Beschränkung der letzteren auf die Süd- und Westhänge bzw. auf die Süd- und Westseiten der Bäume. An Nord- und Osthängen ist die Frühjahrstrocknis infolge der geringeren Besonnung und der dadurch zurückgehaltenen Lebenstätigkeit der Benadelung nur selten zu beobachten. Gerötete Ost- und Nordhänge lassen daher mit größerer Wahrscheinlichkeit auf Rauchwirkung als auf Frühjahrstrocknis schließen.

Neben den auf botanischem Gebiete liegenden, mehr oder weniger charakteristischen äußerlichen bzw. anatomischen Kennzeichen für Rauchschaden wird von Gerlach[3]) das vermehrte Vorkommen schädlicher Insekten in den rauchkranken Beständen als diagnostisches Merkmal für Rauchvergiftung angesehen. Insonderheit werden die Pissodes-Arten als typische Rauchschadeninsekten[4]) bezeichnet und die äußerlich als Riesen wahrnehmbaren Larvengänge von P. Harcyniae Hbst. und scabricollis Mill. als Eigentümlichkeit rauchkranker Fichten hingestellt. Ein weitergehender diagnostischer Wert kommt stärkerem Auftreten der genannten Rüsselkäfer aber nicht zu. Es ist selbstverständlich, daß kranke Bestände der Vermehrung von Insekten Vorschub leisten, gleichgültig welcher Art die Krankheitsursache der Bestände ist. Das massenhafte Vorkommen des Harzrüsselkäfers in Fichtenbeständen ist eine Folge von Krankheitszuständen dieser Bestände, nicht aber ein Charakteristikum für Rauchschäden. Nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen scheinen, wie Ramann[5]) hervorhebt, auch nur langandauernde, schwache Raucheinwirkungen die Massenvermehrung der Insekten zu begünstigen. Stark beräucherte, unter akuten Schäden leidende Bestände werden von Insekten eher gemieden als bevorzugt.

Auch dem von Werner[6]) als Hauptmerkmal für Rauchschaden angesehenen Massenauftreten von Agaricus melleus kommt irgendwelche diagnostische Bedeutung nicht zu. Es ist ebenso ohne weiteres erklärlich, daß der, wie alle Pilze, im wesentlichen sekundär schadende Wurzelparasit in rauchkranken Beständen bessere Entwickelungs- und Ausbreitungsbedingungen findet als in gesunden Orten.

Bei Rauchschadenklagen ist die Gewinnung eines sicheren Urteils naturgemäß dringend erwünscht. Zeigen sich im einzelnen Falle chemische und mikroskopische Analyse hierbei unzulänglich, so muß auf andere Weise versucht werden, das Vorhandensein der sauren Rauchgase und deren Einwirkung auf die Pflanzen nachzuweisen. Man ist dabei zunächst darauf zugekommen, die schädlich wirkenden Bestandteile der

1) Mikrosk. Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. Berlin 1911, 44. — 2) Naturw. Wochenschr. 1914, 529. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1907, 375. — Österr. F. u. J.-Ztg. 1907, 144. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1908, 429. — 4) Vgl. auch Werner: Österr Vierteljhrschr. 1908, 107. — 5) Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 233. — 6) Österr. Vierteljhrschr. 1908, 107.

Abgase am Orte ihrer Schädlichkeit aufzufangen, um auf diese Weise ihr Vorhandensein festzustellen und ihre nachteilige Einwirkung wahrscheinlich zu machen. Als Fangmittel wurden bei früheren Untersuchungen Regenwasser und Schnee, späterhin nach dem Vorgange H. Osts Baumwollelappen, sog. Probelappen („Luftschwefelprüfer") benutzt, die für den Nachweis von Schwefelsäure mit Barytwasser getränkt worden waren und im Rauchgebiete entsprechend lange Zeit an Bäumen aufgehängt wurden.[1]) Wie die von Wislicenus 1897 in den sächsischen Staatsforsten mit präparierten Probelappen in größerem Maßstabe durchgeführten Versuche[2]) zeigen, enthält die Waldluft auch in großer Entfernung von Rauchquellen nachweisbare Mengen von Schwefel, und der Absättigungsgrad der Probelappen bietet namentlich bei chronischen Schäden einen nicht unwichtigen Anhaltspunkt für die Beurteilung der vorhandenen Mengen von SO_2.

Neuerdings hat Forstrat Gerlach[3]) in Waldenburg (Sachsen) zu gleichem Zwecke einen Apparat zur quali- und quantitativen Ermittlung der aus Fabriken usw. entweichenden sauren Rauch- und Abgase konstruiert. Seine Aufgabe ist die, festzustellen, ob und in welchen Mengen eine bestimmte und namentlich andauernd wirkende Rauchquelle dem benachbarten Walde schweflige oder andere Gase zuführt, ferner ob und in welcher Weise diese Gase mit der Entfernung von der Rauchquelle abnehmen. Der grundlegende Gedanke bei der Konstruktion des Gerlachschen Rauchanalysenapparates besteht in Durchführung einer genau meßbaren Menge Rauchluft durch eine Reagenzflüssigkeit, die die in der Luft enthaltenen sauren Gase (meist SO_2) vollständig bindet, sodaß durch eine nachfolgende quantitative Analyse der entstandenen Reagenzlauge die in der durchgeführten Luftmenge enthaltene Säure festgestellt werden kann.

Auf einem anderen Wege strebt Sorauer[4]) dem oben genannten Ziele zu, die im einzelnen Falle nicht hinreichend zuverlässigen Resultate der chemischen und mikroskopischen Analyse zu ergänzen. Er empfiehlt den von ihm zur Anwendung gebrachten Anbau sog. Fangpflanzen als wertvolles Untersuchungsmittel. Das Verfahren besteht darin, in dem rauchverdächtigen Gebiete Holzkästen von mindestens 1 cbm Inhalt einzugraben, sie mit zweifellos unvergifteter, aus rauchfreier Gegend stammender Erde zu füllen und in ihnen Buschbohnen (Phaseolus vulgaris) anzusäen. In gleicher Weise werden Kästen mit Erde aus dem Rauchgebiete in rauchfreier Gegend eingegraben und bestellt. Zeigen nun die erstgenannten Kästen Vergiftungsmerkmale, so ist der Einfluß eines oberirdisch wirkenden Rauchgiftes erwiesen, wohingegen beim Erkranken der Fangpflanzen in den zweiten Kästen der Beweis erbracht ist, daß bereits der Boden in der Rauchzone vergiftet ist. Die letztere Schlußfolgerung hat natürlich zur Voraussetzung, daß nur die Fangpflanzen, nicht aber die in ihrer Umgebung stehenden Gewächse erkranken.

Als Fangpflanzen kommen nur solche Pflanzen in Betracht, die auf Raucheinwirkungen leicht und sichtbar reagieren. Neben der ihrer Empfindlichkeit wegen von Sorauer angewendeten Bohne empfehlen sich nach Haselhoff und Lindau Poly-

1) Ost: Chemiker-Ztg. 1896, 165; Die chemische Industrie 1900, 292. — 2) Wislicenus: Thar. Jhrb. 1898, 173 u. Bericht d. Sächs. Forstvereins 1901, 105. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1907, 150. — 4) Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1906, 348. — D. mikrosk. Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. Berlin 1911, 57.

gonum und Rheum, nach Wieler eine Weinstockvarietät, die bei Einfluß von SO_2 ihre Blätter rot färbt.

Ein nicht zu unterschätzender Vorzug der Fangpflanzenmethode besteht darin, daß der Raucheinfluß an den empfindlichen kurzlebigen Gewächsen schärfer zum Ausdruck kommt als an den ausdauernden Waldbäumen, bei denen allerhand Neben- und Folgeerscheinungen das Erkrankungsbild zu trüben und das Urteil unsicher zu machen vermögen.

Aus alledem geht hervor, daß die praktische Rauchexpertise keineswegs einfach ist, und daß es, wie schon eingangs gesagt, im Einzelfalle neben umfänglicher Erfahrung sorgfältiger und kritischer Berücksichtigung eines Komplexes von Erscheinungen bedarf, um zu einem richtigen Urteil zu gelangen. Nicht mit Unrecht werden deshalb angesichts der Wichtigkeit der Rauchfrage von Wieler die Errichtung eines besonderen Instituts für Rauchschadenforschung, von Sorauer die Bildung ständiger Rauchkommissionen empfohlen. Diese Kommissionen sollen sich aus Chemikern, Botanikern, Land- und Forstwirten zusammensetzen und sollen nur ein begrenztes Arbeitsfeld (etwa eine Provinz) zugewiesen bekommen, damit sie unter Nutzbarmachung der im Laufe der Zeit erworbenen Lokalkenntnisse jene Irrtümer zu vermeiden imstande sind, denen Sachverständige bei Besichtigung ihnen unbekannter Lokalitäten leicht unterworfen sind (Sorauer).

5. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Wie schon aus dem bei der Betrachtung der äußeren Schadenmerkmale rauchkranker Bestände (S. 103) Gesagten zu folgern ist, kommen als direkte Nachteile des Hütten- und Steinkohlenrauches in Betracht: Zuwachsverluste infolge Minderung der Massenproduktion, insbesondere infolge Beeinträchtigung des Höhenzuwachses, zunehmende Bestandesauslichtung durch rasche Abnadelung und Dürrwerden von Ästen und Kronenteilen, Entstehen von Bestandeslücken, sogar förmlicher Rauchblößen, durch Absterben ganzer Bäume, Zerstörung von Bestandsrändern und Waldmänteln und damit Steigerung der Sturmgefahr.

Folge des Rückganges des Massen- und Qualitätszuwachses sind finanzielle Verluste, die sich infolge Steigerung des Aufwandes für Verjüngung, Kultur- und Bestandespflege besonders fühlbar machen können. Waldbaulich bedeutungsvoll ist weiterhin die durch das Fehlen des Bodenschutzes, durch vermehrten Nadelabfall und Rohhumusbildung veranlaßte Bodenverschlechterung, die einen integrierenden Bestandteil der Zerstörung der Vegetation in Rauchgebieten zu bilden pflegt. Holzartenwechsel, Verlassen des Reinanbaues, Übergang zum Mischbestand sind fernere Momente, die im Verein mit der Notwendigkeit planwidriger Hauungen, vorzeitiger Abtriebe und Störungen der Hiebsfolge die wirtschaftliche Bedeutung umfangreicherer Rauchschäden in ungünstiger Weise zu vertiefen vermögen.

Als indirekte schädliche Einflüsse des Rauches sind namhaft zu machen: Vermehrung der Insekten- und Pilzschäden und erhöhte Empfindlichkeit der Bestände gegenüber atmosphärischen Einflüssen (Wind- und Schneebruch).

Von Insekten sind in Gefolge von Rauchschäden insbesondere Pissodes Harcyniae, scabricollis und piceae, Borkenkäfer, Grapholitha pactolana, Nematus abietum und

Chermes-Arten, von Pilzen Agaricus, Trametes radiciperda und Stereum-Arten beobachtet worden. Namentlich dem Harzrüsselkäfer und seinem Doppelgänger, dem kleinen Fichtenbestandsrüsselkäfer, werden in verschiedenen Fällen ausgedehnte Durchlöcherungen in Rauchbeständen nachgewiesen. Daß die Erkrankung der Bestände infolge der Raucheinwirkung mit dem vermehrten Auftreten der genannten Rüsselkäfer in Zusammenhang steht, ist, wie oben schon gesagt wurde, auch nicht in Zweifel zu ziehen. Ebenso kann das hier und da beobachtete auffällige Auftreten des Hallimasch in Rauchbeständen nicht wunder nehmen. In dem unter starker Raucheinwirkung leidenden Karlsbader Stadtwalde[1]) entfielen z. B. in den Jahren 1898—1904 bei einem Hiebssatze von 4800 fm durchschnittlich jährlich 2000 fm an Dürrlingen, deren Ausfall dem Rauch und seinen Helfershelfern, dem Agaricus und den Pissodes-Arten, zugeschrieben wurde. Da der genannte Wald aber gleichzeitig auch durch Wasserentzug geschädigt wurde, dürfte dieser Umstand für die Steigerung der Pilz- und Käferschäden ebenso in Betracht kommen wie für die vermehrte Intensität der Rauchschäden.

Außer den genannten Sekundärschäden können vereinzelt noch andere Nebenwirkungen von Rauchbeeinflussung fühlbar werden; genannt seien Schädigung ethischer, ästhetischer und hygienischer Momente durch Rückgang der Waldbestockung in der Nähe industriereicher Ortschaften (Stadt Chemnitz in Sachsen), Beeinträchtigung der Tierwelt, namentlich der Avifauna u. a. Im Harz ist z. B. beobachtet worden, daß Drosseln und andere Singvögel an Bleivergiftung eingingen, wenn sie die in der Umgebung der Silberhütten mit feinem Bleistaub bestäubten Beeren fraßen.[2])

Über die Höhe des durch Rauchgase in den Wäldern angerichteten Schadens lassen sich der Wahrscheinlichkeit nahe kommende Zahlen nicht angeben. Nach Oberforstrat Reuß[3]) kann angenommen werden, daß in Deutschland 90000 ha Wald durch Rauch im Zuwachs mehr oder minder beeinträchtigt und 9000 ha zerstört sind. Den durch den Zuwachsverlust entstehenden Schaden schätzt Reuß ohne Anrechnung des Rückganges der Bodenkraft auf etwa 3 Millionen Mk. im Jahre. Im Kgr. Sachsen beträgt die Fläche der durch Rauch erkennbar beeinflußten Waldungen annähernd 10000 ha.

Ob und in welchem Umfange ein Teil der anscheinend gesunden Bestände unter unsichtbaren, zunächst nur in Zuwachsminderung zum Ausdruck kommenden Rauchschäden leidet, entzieht sich naturgemäß jeder sicheren Beurteilung.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Die Widerstandsfähigkeit der Holzarten gegen Rauchgase ist unter sonst gleichen Verhältnissen verschieden. Im ganzen betrachtet verfügen die Laubhölzer infolge ihrer kurzfristigen Belaubung und ihres energischeren Ausheilungsvermögens über eine weit größere Widerstandsfähigkeit als die Nadelhölzer, gleichgültig ob es sich um akut oder chronisch wirkende Rauchgase handelt.

Unter Zugrundelegung der in verschiedenen Rauchgebieten gesammelten Beobachtungen sind die Holzarten nach ihrer Rauchhärte bzw. Rauchempfindlichkeit abgestuft worden. Der Wert der so entstandenen Resistenzreihen ist, wie der Vergleich der von verschiedenen Autoren bzw. aus verschiedenen Beobachtungsgebieten stammenden Reihen beweist, kein allgemeiner. Die Rauchhärtereihen haben in der Hauptsache nur mehr lokale Bedeutung, weil, wie die weiter unten folgenden Ausführungen erkennen lassen, die Empfindlichkeit der Holzarten bzw. der einzelnen Individuen

1) Schroeter: Thar. Jhrb. 1907, 237. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1895, 506. — 3) VIII. Intern. Kongreß für Land- u. Forstwirtschaft. Sekt. VIII, Ref. 5.

sehr wesentlich beeinflußt wird von den jeweils vorliegenden Wachstumsbedingungen und von den Altersverhältnissen. Es ist keineswegs dasselbe, ob das Verhalten der Holzarten gegen Rauch an jungen Pflanzen oder an Vertretern höherer Altersklassen beurteilt und bei der Bildung der Gefahrenklassen zugrunde gelegt wird. Ebenso verschiebt sich die gegenseitige Stellung der Holzarten in der Rauchhärteskala, wenn veränderte Standortsverhältnisse in Frage kommen oder wenn es sich in einem Falle um akute, im anderen um chronische Schäden handelt.

Als wenig empfindlich oder „rauchhart" gelten nach den allgemeinen Erfahrungen:

a) Laubhölzer: die Eichen, ganz besonders die Roteiche, die Ulmen, die Ahornarten, Buche, Birke, die Erlen, Pappeln, Weiden, ferner die Druck und Schatten ertragenden Sträucher: Hartriegel, Berberitze, Crataegus, Cotoneaster, Traubenkirsche, Amelanchier, Rhamnus, Liguster, Geißblatt, Holunder.

b) Nadelhölzer: Kiefer, Schwarzkiefer, Bergkiefer, Lärche, Zirbelkiefer, Stechfichte, Weißfichte, Thuja, Juniperus. Unter den eingeführten Nadelhölzern sind alle blauen und blaugrauen Formen durch größere Widerstandskraft ausgezeichnet.

Empfindlich sind: Linde, Hornbaum — Fichte.

Sehr empfindlich: Esche — Tanne, Weymouthskiefer.

Vergleicht man die von den verschiedenen Autoren auf Grund ihrer Beobachtungen und Erfahrungen angegebenen Resistenzreihen mit der vorstehenden Einteilung, so ergeben sich zahlreiche Meinungsverschiedenheiten und Abweichungen in der Beurteilung der einzelnen Holzart. Die Esche z. B., die auch nach den neuesten experimentellen Beobachtungen von Wislicenus zu den rauchempfindlichsten Kulturpflanzen zu rechnen ist, wird von manchen Autoren (v. Schroeder und Reuß, Haselhoff und Lindau) u. a.) nach ihrer Rauchempfindlichkeit in die Nähe von Eiche und Ulme, also zu den rauchhärtesten Laubhölzern, gestellt.

Auch die Buche wird bezüglich ihrer Rauchhärte nicht immer zu den widerstandsfähigen Holzarten gerechnet, sondern wird von manchen Seiten in die Gruppe der Holzarten mit mittlerer Empfindlichkeit verwiesen. Bei Zugrundelegung der in Probekulturen in der Umgebung der Oberharzer Hüttenwerke gesammelten Erfahrungen kommen v. Schroeder und Reuß sogar zu einem noch ungünstigeren Urteil und rechnen die Buche zu den in der Jugend empfindlichsten Holzarten. In der Tat scheint sich die Widerstandsfähigkeit der Buche mit zunehmendem Alter auch wesentlich zu steigern. Das früher vielfach geltende Dogma von der gegenüber der Eiche geringeren Rauchhärte der Buche kann nach mehrfachen gleichlaufenden Erfahrungen nur für die Jugend aufrecht erhalten werden. Im Baumholzalter zeigt sich die Eiche hin und wieder sogar weniger resistent als die Buche.

W. Schier[1]) fand im Chemnitzer Stadtwalde Buche, Hornbaum, Ulme, Roteiche, Spitzahorn und Birke widerstandsfähig, während der Bergahorn sich empfindlich zeigte und die Weißesche ganz versagte. Bei den Nadelhölzern fand er die ziemlich allgemein anerkannte absteigende Empfindlichkeitsreihe: Tanne, Fichte, Kiefer, Lärche bestätigt.

Es gibt aber auch Beobachtungen, die mit dieser letztgenannten Gruppierung der einheimischen Nadelhölzer nicht in Übereinstimmung zu bringen sind. Die Tanne z. B., die nach den meisten Erfahrungen[2]) und mit Recht als die rauchempfindlichste Nadelholzart angesehen wird, hat sich schon mehrfach als widerstandsfähiger erwiesen als die Fichte. v. Rusnov[3]) bezeichnet die Fichte, der man nach den allgemeinen Erfahrungen in der Empfindlichkeitsskala der Nadelhölzer die zweite Stelle anweisen muß, nach dem Ergebnis seiner Nadelanalysen von Probebäumen aus österreichischen Rauchschadengebieten nicht nur als rauchhärter als Tanne, sondern leitet für sie sogar eine größere Widerstandsfähigkeit ab als für Kiefer und Schwarzkiefer.

---

1) Forstw. Zbl. 1893, 7. — 2) Vgl. auch Ramann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1908, 32. — Gerlach: das. 1908, 429. — 3) Zbl. f. d. ges. Fw. 1910, 257.

Diese und ähnliche, in verhältnismäßig großer Anzahl zur Verfügung stehenden Beispiele für Abweichungen von der nach einzelnen örtlichen Beobachtungen aufgestellten Resistenzreihe sind keineswegs Beweise für fehlerhafte Beobachtungen, wohl aber Beweise für die Beeinflussung der Rauchempfindlichkeit durch die Standortsverhältnisse. Außerdem hängen diese Verschiedenheiten in manchen Fällen vermutlich auch damit zusammen, daß bei der Gruppierung der Holzarten nicht scharf genug oder überhaupt nicht unterschieden worden ist zwischen Ätz- und Atmungsschäden. Die Empfindlichkeit der einzelnen Holzart gegen beide Schadenarten ist nicht die gleiche, und nur der Umstand, daß beide Einwirkungsarten der Rauchgifte in vielen Fällen nicht auseinandergehalten werden können, berechtigt zur Aufstellung einer einzigen Resistenzreihe.

Zu welchen Verschiedenheiten die Trennung der Holzarten nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Ätzschaden einerseits und gegen Atmungsschaden andererseits führt, dafür bietet die Einteilung Grohmanns[1]) ein Beispiel. Dem Ätzschaden gegenüber ordnet der genannte Autor die Nadelhölzer in folgender absteigender Empfindlichkeitsreihe: Fichte, Lärche, Weymouthskiefer, Kiefer, Tanne. Der Fichte wird hierbei eine ganz überragende Empfindlichkeit nachgesagt, welche die der nächstempfindlichen Lärche um das Fünffache übertreffen soll. Nach den Atmungsschäden geordnet kommt Grohmann zu einer wesentlich anderen Resistenzreihe: Fichte, Tanne, Kiefer und Weymouthskiefer, Lärche.

Die Laubhölzer, an denen Grohmann nennenswerte Atmungsschäden in keinem Falle zu beobachten Gelegenheit hatte, werden von ihm in bezug auf ihre Empfindlichkeit gegenüber Ätzschäden in nachstehende absteigende Reihe gebracht: Kastanie, Linde, Ahorn, Eberesche, Esche, Buche, Hornbaum, Schwarz- und Weißerle, Birke, Robinie, Eiche.

b) Holzalter.

In Rauchgegenden leiden die Bestände zwar in allen Lebensaltern, doch treten in der Regel in den älteren Orten die Beschädigungen stärker hervor als in den jüngeren, namentlich wenn es sich um Nadelholzbestände handelt. Die Rauchwirkung pflegt hier mit dem Alter der Bestände zuzunehmen. Das schließt aber keineswegs aus, daß bereits Dickungen und Kulturen, wenn sie in der Nähe der Rauchquellen liegen, in mehr oder minder weitgehender Weise geschädigt und unter Umständen zum vollständigen Absterben gebracht werden. Es leuchtet ein, daß sich der Schaden schon in den Kulturen namentlich dann bemerkbar macht, wenn der Boden selbst durch die Rauchgase oder durch Verunkrautung und Verarmung gelitten hat.

Daß die Widerstandsfähigkeit mancher Holzarten vom Alter des Einzelindividuums beeinflußt wird, geht aus dem Verhalten der Buche und Tanne hervor. Die Tanne scheint in der Jugend bis etwa ins 4. Jahrzehnt chronischen Schäden gegenüber ziemlich widerstandsfähig zu sein. Von diesem Alter an aber ist sie, wie auch von Grohmann (S. 17) hervorgehoben wird, sehr empfindlich und geht dann überall rettungslos und oft schnell zugrunde. Bei der Buche ist, wie schon oben erwähnt wurde, mehrfach das Gegenteil beobachtet worden.

c) Entwickelungszustand der Pflanzen.

Die allgemeine Erfahrung, daß Rauchschäden im Frühjahr stärker hervortreten als im späteren Verlauf der jährlichen Vegetationsperiode, weist auf erhöhte Empfindlichkeit zur Zeit der Entfaltung neuer Blattorgane hin. Namentlich gegen akute, durch saure Nebel usw. hervorgerufene Schäden zeigen sich die jungen Blätter und Nadeln, sowie die noch unverholzten Triebe wenig widerstandsfähig. Die älteren, durch Kutikula, Wachsüberzüge usw. besser geschützten Organe halten weit mehr aus. Das gefährdetste Stadium der vegetativen Entwickelung scheint bei den verschiedenen Laub- und Nadelhölzern aber nicht das gleiche zu sein, sondern bei verschiedenem Zustande der Blattentfaltung zu liegen.

1) Erfahrungen u. Anschauungen über Rauchschäden usw. Berlin 1910, 15 u. 17.

d) Standort.

Das Widerstandsvermögen des einzelnen Baumes wie das ganzer Bestände ist in erster Linie vom Boden, seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften, insbesondere seinem Wassergehalte abhängig. Je mehr der Boden der auf ihm stockenden Holzart zusagt, je gesteigerter infolgedessen die Wachstumsenergie und je kräftiger die Entwickelung des Einzelindividuums ist, um so leichter bzw. um so länger werden schädliche Raucheinwirkungen ausgehalten und überwunden. Von größter Bedeutung ist das Vorhandensein der nötigen Bodenfrische. Je frischer ein Boden ist, um so später stellen sich die Folgen chronischer Raucheinwirkung ein und um so leichter vermögen bereits erkrankte Bäume beim Nachlassen der Raucheinwirkung die erlittenen Beschädigungen auszuheilen. Umgekehrt veranlagen arme Böden in um so stärkerem Maße zu Raucherkrankungen, je weniger die angebaute Holzart für sie geeignet ist. Das Gleiche gilt für trockene, vernaßte und für solche Böden, deren Wassergehalt abnormen Schwankungen unterworfen ist.

Unter den klimatischen Faktoren sind die von der Höhenlage abhängige Lufttemperatur und die Niederschlagsmenge, sowie der Belichtungsgrad von Einfluß auf die Rauchempfindlichkeit. Wie wir schon oben sahen, steigt und fällt die letztere mit der Assimilationstätigkeit. Je lebhafter diese unter dem vom Standort gebotenen Wärme- und Lichtgenuß ist, um so größer ist die Wirksamkeit der Rauchgifte. Auch dann, wenn relative Feuchtigkeit der Luft und hohe Niederschlagsmengen dem Rauchgebiet eigentümlich sind, pflegen die Rauchschäden aus den schon oben erörterten Gründen an Intensität zuzunehmen.

Von größter Bedeutung sind weiterhin noch die Geländeausformung, die Lage der Rauchquelle und die von Terraingestaltung beeinflußte Windbewegung.

Durch die Ausformung des Geländes wird das Maß, in welchem die Bestände der Raucheinwirkung ausgesetzt sind, wesentlich bedingt. Zunächst ist hierfür ja die Entfernung der Rauchquelle maßgebend. Bei gleichem Abstand vom Walde macht es aber einen großen Unterschied, ob sich Rauchquelle und Wald in ebener Lage befinden oder ob die mit Holz bestockte Fläche dem vom Winde angetriebenen Rauch als Hang sich entgegenstellt. In Tälern gelegene Rauchquellen bilden eine weit größere Gefahr für die umliegenden, namentlich für die in der Windrichtung liegenden Holzbestände als solche in der Ebene. Wie manche der von stärker befahrenen Eisenbahnen durchzogenen engen Waldtäler beweisen, werden schon die bei gewöhnlicher Steinkohlenfeuerung entstehenden Rauchgase den Talhängen gefährlich, wenn diese mit einer empfindlicheren Holzart (Tanne oder Fichte) bestockt sind. Um so schlimmere Schäden entstehen, wenn in tief eingeschnittenen Talkesseln Fabrikanlagen und industrielle Werke geschaffen werden, deren stark säurehaltigen Abgase an den umgebenden Hängen zur Ablagerung kommen.

Der vorherrschenden Windrichtung aus Südwesten und Westen zufolge sind die nordöstlich und östlich zur Rauchquelle gelegenen Bestände, im gebirgigen Gelände die West- und Südwesthänge, am meisten gefährdet. Sobald infolge der Geländebildung Ablenkungen[1]) des herrschenden Windes herbeigeführt werden, werden

1) Ramann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1908, 32. — Gerlach: das. 1908, 429.

naturgemäß auch die nach Osten, Norden usw. exponierten Hänge geschädigt und zwar in dem Maße, in dem sie als Fangfläche dienen.

Da der Gehalt der Luft an schädlichen Bestandteilen des Rauches mit der Entfernung von der Rauchquelle abnimmt, so kommt auch dem Abstand der letzteren vom Walde eine gewisse Bedeutung zu und zwar besonders dann, wenn es sich um Rauchquellen handelt, deren hochkonzentrierte und akut schädigende Abgase den Hauptschaden in der nächsten und näheren Umgebung der Rauchquelle anrichten.

6. Zur Geschichte der Rauchschäden.

Man ist auf die durch Rauch herbeigeführten Erkrankungszustände zuerst in Sachsen und zwar in den Nadelholzbeständen in der Umgebung von Schwarzenberg und Freiberg aufmerksam geworden. Namentlich waren es die von den fiskalischen Hüttenwerken Ende der 50er Jahre des 19. Jahrhunderts hervorgerufenen Schäden, die nach ihrem ersten Auftreten zu Beschwerden der meist betroffenen Gemeinden führten. Auch im Grillenburger Walde wurde schon 1861 ein auffallendes Erkranken durch Hüttenrauch bemerkt, der von den Westwinden getragen, seine schädlichen Wirkungen auf weite Entfernungen hin äußerte. Im Laufe der Zeit sind dann auch in den Umgebungen der Zwickauer und Ölsnitzer Kohlenbergwerke gefährliche Rauchgebiete entstanden. Bei seinem schnellen Übergang vom Agrar- zum Industriestaat ist Sachsen überhaupt zu einem von Rauchschäden stark heimgesuchten Lande geworden.[1]) Seine Hauptschadengebiete sind gegenwärtig das Schwarzwassertal, Teile des Mulden- und Zschopautales, der Plauensche Grund bei Dresden, die Amtshauptmannschaften Zwickau, Glauchau und Chemnitz und alle im Windschatten von Großstädten und Industriezentren gelegenen Waldungen.

Weitere Kundgebungen über Hüttenrauchschäden sind aus dem Oberharze[2]) erfolgt. Die durch die 3 Hütten zu Clausthal, Lautental und Altenau geschädigte Fläche umfaßte bereits im Jahre 1881 etwa 4500 ha. Die Hüttenrauchschäden sind hier namentlich seit der Zeit bemerkt worden, seit schwefelreiche amerikanische Erze zur Verhüttung gelangten.

In neuerer Zeit haben ferner umfangreiche Rauchbeschädigungen im Oberschlesischen Industriebezirke viel von sich reden gemacht und zwar deshalb, weil der Herrschaftsbesitzer v. Tiele-Winckler einen Prozeß gegen etwa 30 Besitzer industrieller Anlagen anstrengte, in dem sich Reuß und Borggreve als Gutachter gegenüberstanden und in umfangreichen Gutachten ihre zumeist gegensätzlichen Ansichten verfochten.

Reuß[3]) stellte sich in seinem Gutachten auf den Standpunkt, daß der ganze 3500 ha große Wald des Klägers, das Forstrevier Myslowitz-Kattowitz, durch chronische Rauchschäden und zwar um durchschnittlich 50—60% Zuwachsverlust geschädigt sei und berechnete demzufolge einen Schadenersatz von 200000 Mk. Der Gegengutachter Borggreve[4]) gab den Schaden für einen Teil des klägerischen Waldes zu, bei weitem aber nicht für den ganzen Wald, sondern führte die klägerische Behauptung in ihrem größeren Teil auf Verwechslung mit Insektenschäden bzw. auf unhaltbare Voraussetzungen in bezug auf den Zuwachs zurück. Allerhand in dem Borggreveschen Gutachten enthaltene Angriffe und „Widerlegungen" geltender Ansichten über Rauchschäden und ihre Entstehung lösten eine ebenso temperamentvolle wie unfruchtbare literarische Fehde aus.[5])

---

1) Vgl. hierzu die genaue Zusammenstellung aller sächsischen Schadenquellen in Schröters Dissertation. Thar. Jhrb. 1907, 242 ff. — 2) Reuß: Ztschr. f. F. u. Jw. 1881, 65; Zbl. f. d. ges. Fw. 1881, 267; 1882, 443 u. v. Schroeder u. Reuß: Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch usw Berlin 1883. — 3) Reuß, C.: Rauchbeschädigungen in dem v. Tiele-Winckler'schen Forstrevier Myslowitz-Kattowitz. Insbesondere Ermittelung, Bewertung und Verteilung des Rauchschadens. Goslar 1893. — 4) Borggreve, B.: Waldschäden im Oberschlesischen Industriebezirk nach ihrer Entstehung durch Hüttenrauch, Insektenfraß usw. Eine Rechtfertigung der Industrie gegen folgenschwere falsche Anschuldigungen. Frankfurt a. M. 1895. — 5) Reuß, C.: Rauchbeschädigung in dem gräfl. v. Tiele-Winckler'schen Forstreviere Myslowitz-Kattowitz. Nachtrag zu dem Werke gleicher Bezeichnung vom Jahre 1893 und Entgegnung auf die (vorstehende) Schrift „Waldschäden

Der Rauchschadenprozeß endigte schließlich damit, daß der Sohn und Rechtsnachfolger des Klägers die Klage auf Schadenersatz zurückzog und auch die Tragung der Kosten übernahm.[1]) Nur der bereits in einem Vorprozesse verklagte Eigentümer der Kunigundenhütte hatte wegen der durch diese Hütte erzeugten (auch von Borggreve anerkannten) Waldbeschädigungen entsprechenden Schadenersatz zu leisten, hinsichtlich dessen Höhe eine Einigung zwischen den Parteien stattfand.

7. Bekämpfung.

Bei der Abwehr von Rauchschäden fällt, soweit es sich um die allein wirksamen Abstellungsmaßregeln handelt, die Hauptaufgabe den Urhebern der Schäden, der Industrie und den sonstigen an der Erzeugung vegetationsschädlicher Rauchgase beteiligten Rauchquellen zu. Die Forstwirtschaft vermag nur vorbeugend tätig zu sein, indem sie in den der Veräucherung ausgesetzten Gebieten Waldverhältnisse zu schaffen sich bemüht, die den im Rauch enthaltenen Pflanzengiften erfahrungsgemäß am besten Widerstand zu leisten vermögen. Leider haben die diesem Zwecke dienenden forstlichen Maßnahmen nur bedingten Wert. Selbst wenn sie waldbaulich durchführbar sind, hängt ihnen zum großen Teil das Schwergewicht finanzieller Minderleistung an, und die Opfer, welche gebracht werden müssen, stehen vielfach zu den Erfolgen in keinem Verhältnis. Angesichts des mangelhaften Selbstschutzes der Forstwirtschaft ist deshalb zu wünschen, daß auf dem Wege der Gesetzgebung die dem Grundstückseigentümer gegen schädliche Einwirkungen von außen zugesicherten Schutzrechte hinreichend erweitert und verschärft werden, soweit dies ohne Knebelung der Industrie möglich ist.

A. Forstwirtschaftliche Schutzmaßnahmen.

1. Anbau widerstandsfähiger Holzarten in reinen oder gemischten Beständen.

Für die Begründung rauchharter Bestände kommen in erster Linie die Laubhölzer in Betracht, vorausgesetzt, daß der Standort ihren Anbau zuläßt. Auf nur aus Laubholz bestehende Bestände wird man im allgemeinen nur dort zukommen, wo die Schädigung so intensiv ist, daß auch die Kiefer nicht gedeiht oder wo der Mitanbau von Nadelholz aus waldbaulichen Gründen sich verbietet.

In der Hauptsache sind es die in der nächsten Umgebung akut schädigender Fabriken usw. liegenden Flächen, die, wenn sie überhaupt forstlich benutzt werden sollen und können, nur bei Laubholzbestockung noch einen Ertrag erwarten lassen. Welche Holzarten verwendet werden sollen und welche Zusammensetzung den Beständen zu geben ist, darüber entscheidet zunächst der Standort. In erster Linie sind Eichen, Buche, Erlen, Ulmen, Ahorn und Birken in Betracht zu ziehen. Größere Flächen, auf denen der Reinanbau dieser Holzarten vorteilhaft ausführbar erscheint,

---

im Oberschlesischen Industriebezirk" usw. Goslar 1896. — v. Schroeder: Üb. d. Beschädigung der Vegetation durch Rauch, eine Beleuchtung der Borggreveschen Theorien und Anschauungen über Rauchschäden. Freiberg 1895. — Bernhardi: Zur Beantwortung der Replik im Rauchschadenprozesse der Herrschaft Myslowitz-Kattowitz u. der dazu gehörigen zweiten Schrift des Oberforstrates Reuß. Kattowitz 1896. — Suden: Allg. F. u. J.-Ztg. 1897, 400. — Borggreve: das. 1896, 159.

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1898, 111.

werden nur selten vorliegen; zumeist wird die Mischung aller überhaupt verwendbaren Laubhölzer mehr angezeigt sein.

Als Betriebsart empfiehlt sich für diese Laubholzschutzbestände Mittel- und Niederwald mehr als Hochwald. Der Mittelwald gewährleistet am ehesten die zur Erhaltung der Bodenfrische notwendige dauernde Bedeckung des Bodens, schützt die Jungwüchse und gibt auch die Möglichkeit an die Hand, wertvollere Starkhölzer zu erziehen. Wo der Boden zu flachgründig ist oder die Raucheinwirkung die Erziehung älterer Hölzer erschwert, bleibt der Stockschlagbetrieb als rettende Betriebsform. Sowohl für diesen, wie für das Unterholz des Mittelwaldes empfiehlt sich dann die Einhaltung kurzer Umtriebszeiten, um den Stockausschlägen kräftiges Wachstum und damit erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen die Rauchbeschädigung zu sichern.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle handelt es sich in Rauchlagen aber darum, schwächeren Rauchwirkungen zu begegnen und eine unter chronischen Schäden leidende empfindliche Nadelholzart, zumeist die Fichte, durch eine rauchhärtere Bestockung zu ersetzen. Um die mit jeder derartigen Überführung größerer Flächen in eine andere Holzart verbundenen finanziellen Verluste so niedrig wie möglich zu halten, kommt, sobald es sich unter Voraussetzung geeigneter Standortsverhältnisse um Beibehaltung von Nadelholzwirtschaft und Reinanbau handelt, nur die Kiefer als Holzart in Betracht. Bei geeigneter, namentlich hinreichend dichter Begründung sind die mit dem Kiefernreinanbau in Rauchlagen erzielten Erfolge auch vielfach durchaus zufriedenstellende gewesen. Trotzdem ist es zweckmäßiger, auf den Reinanbau zu verzichten und an die Stelle des unhaltbaren reinen Fichtenbestandes einen Mischbestand aus Nadel- und Laubholz bzw. nur aus Nadelholz zu setzen.

Je nach Stärke der Raucheinwirkung kann die Fichte in mehr oder minder großer Anzahl in diesen Beständen vertreten bleiben. Schwächere Grade chronischer Beschädigung gestatten das Belassen der Fichte im Grundbestande; in stärker betroffenen Gebieten muß sie zurücktreten und unter Umständen vollständig außer Betracht bleiben. Ihre Stelle ist dann durch Kiefer und Lärche zu besetzen. Welche Laubholzarten am besten eingemischt werden und in welcher Verteilung bzw. in welchem Maße sie zur Verwendung kommen, darüber entscheiden sowohl Stärke der Raucheinwirkung wie Standort. Soweit es möglich ist, sind die Bestände mit Buche und Eiche truppweise oder einzeln zu durchsprengen. Man macht durch die Laubholzbeimischung auch den aus empfindlicheren Holzarten bestehenden Teil des Bestandes widerstandsfähiger, weil die durch das Laubholz bewirkte Bodenbesserung dem Hauptbestand zu gute kommt. Außerdem sichert die Erziehung von Mischbeständen die Freiheit des Handelns, insofern die Entscheidung über die Zukunft der Bestände hinausgeschoben und vom Ausscheiden der durch den Rauch am stärksten beeinflußten Bestandsglieder abhängig gemacht werden kann.

Besonderer Wert ist bei der Herstellung der Mischbestände auf die Beimischung der Kiefer zu legen. Sie leistet als Füll-, Schutz- und Treibholz dieselben gute Dienste wie als Teil des zukünftigen Hauptbestandes. In von chronischen Schäden nur schwach betroffenen Lagen gewährt ihre Beimischung zur Fichte auch dann schon hinreichende Sicherheit für das Aushalten des Bestandes, wenn sie allein beigemischt wird.

Vielfach wird aber nicht nur in schwach, sondern auch in stärker gefährdeten Rauchlagen auf jegliche Beimischung zur Fichte verzichtet und diese Holzart ihrer unübertroffenen Rentabilität wegen nach wie vor weiterhin rein angebaut. Man

rechnet in solchen Fällen mit der leichten Verwertbarkeit auch der schwächeren Sortimente von Fichte und glaubt bei entsprechender Verkürzung der Umtriebszeit mit der Fortsetzung des Fichtenanbaues bessere Geschäfte zu machen als mit der vielleicht auch waldbaulich nicht ganz unbedenklichen Überführung in Mischbestände oder reine Bestände einer anderen Holzart. So zu verfahren erscheint aber nur dann berechtigt, wenn die Standortsverhältnisse des fraglichen Rauchgebietes tatsächlich nur die Fichte als waldbaulich richtige Holzart in Frage kommen lassen. Wo das nicht der Fall ist, sind reine Fichtenbestände in stärker gefährdeten Rauchlagen nicht angezeigt; sie halten das nicht, was man von ihnen erwartet, sondern werden durch das Absterben zahlreicher Individuen lückig, gehen in der Standortsgüte infolge Verangerung zurück und wachsen auch so wenig zu, daß die schließlichen Ernteergebnisse die ebengenannten Opfer und die Werbungskosten nicht zu decken vermögen.

2. Wahl geeigneter Verjüngungsmethoden. Es ist mehrfach vorgeschlagen worden, in Rauchlagen auf natürlichem Wege zu verjüngen, um den Forderungen nach Erhaltung und Mehrung der Bodenkraft, sowie nach Schutz der Jungwüchse möglichst gerecht zu werden. Der Verwirklichung dieses Vorschlages steht aber der Umstand hindernd entgegen, daß rauchkranke Bestände nur selten Samen tragen. Es bleibt deshalb nichts anderes übrig als die fraglichen Bestände entweder künstlich zu unterbauen oder sie im Kahlschlagverfahren zu verjüngen. Letzteres erscheint als das Richtigste, sofern große Schläge vermieden und der Abtrieb in schmalen, senkrecht zur Rauch- (= Wind)richtung verlaufenden Schlägen erfolgt. Soweit Laubhölzer in den zu verjüngenden Orten vorhanden sind, empfiehlt sich deren Überhalten zum Schutze der Kultur.

3. Sorge für geeignete Begründungs- und Pflegemaßnahmen. Jede Bestandsbegründung in Rauchlagen hat unter Verwendung besten (verschulten) Pflanzenmateriales und mittels Kulturmethoden zu erfolgen, die das Gedeihen der Kultur so viel als möglich gewährleisten. In erster Linie ist auf hinreichend dichte Bestandsbegründung und gute Bodenbearbeitung hinzuwirken (vgl. die von Forstmstr. Grohmann[1]) mit der sog. Überwurfkultur in Rauchlagen erzielten Erfolge).

Bei der Kultur- und Bestandspflege ist namentlich darauf zu achten, die durch Anflug oder Stockausschlag entstandenen Weichhölzer und andere Bestandsbeimengungen, deren baldige Entfernung in rauchfreien Lagen bekanntlich vielfach in übertriebener Weise als besonders wichtige Aufgabe einer verfeinerten Läuterungs- und Pflegetechnik angesehen wird, so lang als möglich zu belassen, selbst auf die Gefahr hin, daß sie hier und da verdämmend wirken oder durch Peitschen und Reiben lästig werden. Durchforstungen sind in stärker gefährdeten Rauchlagen nur mit großer Vorsicht vorzunehmen. Zumeist werden es die Verhältnisse ratsam erscheinen lassen, sie überhaupt auf die Entnahme von Dürrlingen zu beschränken. Es ergeben sich schon hierbei vielfach durchaus unerwünschte Lockerungen des Bestandes, weil es in der Regel vorwüchsige Exemplare sind, die der Rauchtrocknis zuerst verfallen. Die Erhaltung des Nebenbestandes ist deshalb in Rauchbeständen ebenso angezeigt wie die Belassung des zu Boden- oder Bestandsschutzzwecken oder als Treib- und Füllholz eingebrachten Materiales. Wer aus rauchgefährdeten Fichten-Kiefermischbestän-

---

1) Bericht d. Sächs. Forstvereins 1897, 150. — Ders.: Erfahrungen und Anschauungen über Rauchschäden usw. Berlin 1910, 39.

den die Kiefer heraushaut, nachdem die Fichte über die ersten Jugendgefahren hinaus ist, nimmt der letzteren Holzart den Schutz, den sie später mehr braucht als in der Jugend und läuft Gefahr, auf das falsche Pferd zu setzen.

Aufgabe der Bestandspflege in Rauchlagen ist es weiterhin, alles zu tun und zu unterlassen, was der Erhaltung und Mehrung der Bodenfrische förderlich bzw. unzuträglich ist. Soweit nicht die Notwendigkeit vorliegt, im Übermaß vorhandenes Wasser fortzuführen, sind Entwässerungen des Bodens (durch Wasserleitungen usw.) ebenso zu vermeiden wie Bodeneinschnitte an Hängen für Wege- und andere Kunstbauten. Umgekehrt ist die Bewässerung trockener Partien durch Ausnutzung natürlicher Wasserläufe und Ziehen von Horizontalgräben möglichst zu fördern. Die ebenso erwünschte Hebung der Bodenkraft durch Zuführung von Düngemitteln (Kalk) ist der Kosten wegen bekanntlich in der Praxis meist undurchführbar und bleibt den schon oben erwähnten waldbaulichen Hilfsmitteln überlassen.

4. Belassung oder Herstellung von Schutzstreifen. Von manchen Seiten wird die Anlage von Schutzstreifen aus rauchharten Holzarten, am besten von Laubholz, an den Rändern gefährdeter Nadelholzkomplexe bzw. quer durch diese verlaufend empfohlen, um Bollwerke gegen das Eindringen der Rauchgase zu schaffen oder um durch Wirbelung der Luft eine solche Verdünnung der Rauchluft herbeizuführen, daß schlimmere Schäden nicht eintreten. Die Herstellung solcher etwa 50 m breiter Schutzstreifen soll durch Überhalten geeigneter Laubholzbestände, durch Unterbau erkrankter Ränder mit Laubholz oder durch Freikultur erfolgen.

Eine nennenswerte Bedeutung kann diesen Schutzstreifen aber ebensowenig zugesprochen werden, wie den bisweilen zum Schutze von Kulturen und jüngeren Beständen belassenen Resten alter Nadelholzbestände. Die mit SO_2 beladenen, von weiter entfernten Rauchquellen herrührenden Gase werden durch den Randbestand, gleichgültig aus welcher Holzart er besteht, vom Eindringen in das Bestandsinnere um so weniger abgehalten, je mehr Geländeausformung und Lage der Rauchquelle die Ausbreitung der Rauchgase und ihr Herabsenken auf die Bestände begünstigen. Ein gewisser Wert ist den Schutzstreifen nur dann nicht abzusprechen, wenn sie dazu dienen, empfindliche Nadelholzbestände gegen akut wirkende Abgase in nächster Nachbarschaft des Waldes liegender Rauchquellen zu schützen. In solchem Falle vermag der Schutzbestand allerdings einen mehr oder weniger großen Teil der zu sauren Nebeln kondensierten schädlichen Gase abzufangen und auf diese Weise für den dahinter liegenden Bestand unschädlich zu machen.

5. Verzicht auf forstliche Benutzung von Rauchblößen. In der Umgebung von Hüttenwerken oder sonstiger starker Rauchquellen entstehende Rauchblößen unter allen Umständen forstlich benutzen zu wollen, ist in einzelnen Fällen gleichbedeutend mit nutzloser Verschwendung von Kulturkosten. Es ist ratsam, derartige für den Anbau forstlicher Kulturgewächse ungeeignet gewordene Flächen, wenn sie nicht zum Grasbau verwendet werden können, sich selbst zu überlassen. Jede sich hier mit oder ohne Zutun des Menschen einfindende Gras- oder Unkrautdecke ist von Nutzen, da sie zur Bindung des Bodens beiträgt und der späteren Ansamung von Birke usw. die Wege ebnet.

B. Technische Schutzmaßnahmen.

Wie schon oben erwähnt wurde, ist eine die Bodenkultur und die Industrie gleich befriedigende Lösung der Rauchschadenfrage erst dann zu erwarten, wenn es gelingt, dem Rauche die vegetationsschädlichen Bestandteile zu nehmen oder letztere wenigstens so zu verdünnen, daß ihr Konzentrationsgrad außerhalb der Schädlichkeitsgrenze zu liegen kommt. Es ist nicht Aufgabe des Forstschutzes, die zumeist auf chemischem Gebiete liegenden Maßnahmen, welche den genannten Zielen zustreben, näher zu erläutern, sie sollen im Folgenden nur kurz erwähnt werden[1]), um zu zeigen, in welcher Richtung sich die zeither versuchten technischen Verhütungsmaßregeln bewegen.

1. **Vermeidung gefährlich werdender industrieller Anlagen in zu großer Nähe empfindlicher Bestände oder in rauchschadenfördernden Lagen (Tallagen).**

In welchem Mindestabstand von der Waldgrenze Rauchquellen zu halten sind, läßt sich allgemein nicht festsetzen, da Art und Weise der Feuerung und des einzelnen Betriebes hierauf ebenso Einfluß nehmen wie die Richtung des vorherrschenden Windes und die Gestaltung des Geländes. Für gewöhnliche Steinkohlenfeuerungen ist nach Wislicenus ein Mindestabstand von mehreren hundert Metern, für stark säurehaltige Rauchquellen ein solcher von mehreren tausend Metern zu verlangen. Bei westlich zum Walde gelegenen Rauchquellen, hoher Lage derselben oder bei Ablenkungen des Rauches durch Talzüge usw. kann sich eine Vergrößerung des Abstandes notwendig machen. Tallagen sind unter allen Umständen, selbst für weiter entfernte Hänge und bei schwachen Feuerungsanlagen gefährlich.

2. **Verhütung der Entstehung saurer Gase durch Abänderung der chemischen Verfahren oder Herbeiführung einer so beträchtlichen Steigerung des Säuregehaltes, daß die sauren Gase nutzbar gemacht werden können.**

Nach beiden Richtungen hin sind erfolgreiche Betriebsänderungen der in Frage kommenden Produktionszweige zunächst nicht zu erwarten.

3. **Beseitigung der sauren Bestandteile aus den Abgasen (Entsäuerung).**

Die bisher durchgeführten Entsäuerungsversuche haben Erfolge nur dort nachzuweisen, wo es sich um Entfernung ausgesprochen hygrophiler Säuren oder hochkonzentrierter schwefliger Säure aus den Abgasen handelt. Wo, wie in den meisten Fällen, der Gehalt an SO_2 nur nach Bruchteilen eines Volumenprozentes zählt, ist die Entsäuerung wirkungslos geblieben. Es wird technischen Maßnahmen anscheinend nie gelingen, durch Kondensations-, Absorptions- und Waschvorrichtungen irgendwelcher Art die letzten, aber noch hinreichend gefährlichen Reste von Säuren aus den Abgasen, ganz besonders aus den vielverbreiteten Kohlenfeuerungsgasen zu entfernen.

4. **Verdünnung der Abgase mit Luft oder anderen indifferenten und unschädlichen Gasen.**

Der Plan, die Konzentration der Pflanzengifte durch Verdünnung mit Luft usw. bis zur Unschädlichkeitsgrenze zu erniedrigen, ist schon ein lang verfolgter. Man glaubte bisher, diesen Verdünnungsgrad dadurch am bequemsten zu erreichen, daß man den Rauch mittels hoher Schornsteine in höhere Luftschichten einführte. Der Erfolg hoher Schornsteine steht aber meist in keinem Verhältnis zu den sehr erheblichen Herstellungskosten. Hohe Essen vermögen die Aufgabe, die verderblichen Rauchgase genügend hohen und wirklich zerstreuenden Luftschichten zu übergeben, im allgemeinen nur in vollkommen freier oder ebener Lage, nicht aber in Tallagen zu erfüllen. Es kann sogar, wie neuerdings von Oberforst-

---

1) Nach Wislicenus: Maßnahmen gegen die Ausbreitung von Hüttenrauchschäden im Walde. Referat f. d. VIII. internationalen landw. Kongreß zu Wien 1907. Sekt. VIII. Referat 5. — Desgl. Thar. Jhrb. 1907, 185.

rat Reuß[1]) wieder bestätigt worden ist, der Schaden beträchtlich vermehrt werden, und zwar dadurch, daß sich die schädlichen Gase nun auf einen weiteren Umkreis verbreiten. In dem von Reuß untersuchten Fall wurde z. B. das Einwirkungsgebiet des Rauches durch die Errichtung eines hohen Schornsteins um das 20fache vermehrt. Weit wirksamer als die durch hohe Schornsteine herbeigeführte Zentralisation der Rauchmassen ist, wie das Beispiel vieler großer Ortschaften mit zahllosen Hausfeuerungen zeigt, Dezentralisation der Rauchmassen und Verteilung der Abgasströme auf möglichst viele kleinere Schornsteine. Wislicenus tritt, um die gewünschte Verdünnung des Rauches herbeizuführen, bei allen mit Kohlenfeuerung arbeitenden, ungünstig gelegenen gewerblichen Anlagen für die Schaffung besonderer Vorrichtungen an den Schornsteinen zur künstlichen Verdünnung und Zerstreuung des Rauches ein und hat selbst in dem von ihm konstruierten „Dissipator"-Schornstein das vorliegende Problem zu lösen versucht. Soweit die Lösung hierdurch nicht gefunden ist, besteht die Aufgabe der Technik darin, Einrichtungen zu treffen, die es ermöglichen, durch Zufuhr von Gebläseluft die Rauchgase schon innerhalb des Schornsteins zu verdünnen, kräftige Wirbelungen in der Esse zu erzeugen, die Austrittsgeschwindigkeit zu erhöhen und die Bedingungen für baldige Auflösung des Gasstromes nach dem Verlassen des Schornsteins zu liefern.

C. Gesetzliche Schutzmaßnahmen.

Wenn es auch im Interesse des Staates liegt, der Entwicklung einer kapital- und steuerkräftigen Industrie jedweden Vorschub zu leisten, so erfordert doch andererseits die Rücksichtnahme auf das Gemeinwohl und auf das berechtigte Verlangen des Privateigentums nach Schutz, daß der Staat in der Rauchfrage zugunsten der benachteiligten Forstwirtschaft Stellung nimmt und durch gesetzliche Bestimmungen der weiteren Schädigung des öffentlichen und privaten Waldeigentums durch Rauch möglichst vorzubeugen sucht.

Das Ideal in dieser Hinsicht ist ein den Waldbesitzer gegen die mehr oder minder gefährlichen Luftverunreinigungen durch industrielle oder gewöhnliche Kohlenfeuerungsanlagen hinreichend schützendes Luftrecht.[2]) Die in Deutschland und den übrigen Kulturstaaten vorhandenen, über viele Einzelgesetze verstreuten und zumeist dem Gewerberecht angehörenden luftrechtlichen Bestimmungen ermangeln der notwendigen organischen Verbindung und bieten nichts Vollkommenes.

Es bleibt der rückwirkenden Kraft des von der Industrie auf die Forstwirtschaft ausgeübten Druckes vorbehalten, hier Wandel zu schaffen und die zurzeit überall nur den Schutz des Menschen verfolgende Gewerbehygiene in sinngemäßer Weise auch auf den Schutz der Pflanzenwelt auszudehnen.

Solange das nicht geschehen ist, sind seitens der zuständigen Verwaltungsbehörden bei der Genehmigung von Feuer-, bes. von Kesselanlagen die äußeren, mit der örtlichen Lage der geplanten Rauchquelle zusammenhängenden Verhältnisse unbedingt zu erwägen. Auch muß der Ausspruch der Genehmigung an die Voraussetzung gebunden sein, daß alle für den jeweiligen Betrieb in Betracht kommenden brauchbaren und ausführbaren technischen Mittel zur Unschädlichmachung der Rauchgase angewendet und dauernd sorgfältig beobachtet werden.

Die selbstverständliche Anerkennung der Haftbarkeit der Rauchquelle für den angerichteten Schaden macht ferner möglichste Vereinfachung des Verfahrens bei der Regelung von Ersatzansprüchen erwünscht. Hierzu gehören: Unterstützung des Waldeigentümers bei Feststellung des Zustandes seines Waldbesitzes durch gerichtliche Beweisaufnahme, die zum Zwecke späterer Untersuchungen möglichst vor Inbetriebnahme der gefährdenden Rauchquelle zu geschehen hat, ferner möglichste Beseitigung der zurzeit noch vorhandenen prozessualen Schwierigkeiten und Unzuträglichkeiten, die ihrerseits nur zu leicht zur Verschleppung der auf Erfüllung von Ersatzansprüchen gerichteten Klagen und zur Diskreditierung des Klageweges beitragen.

---

1) Ztschr. f. F. u. Jw. 1913, 782. — 2) Jurisch: Das Luftrecht in der Deutschen Gewerbeordnung. Berlin 1905.

Drittes Buch.

Schutz gegen Gewächse.[1])

Die forstlichen Gewächse werden dem Walde teils als **Forstunkräuter**, teils als **Schmarotzergewächse** und **Pilze** nachteilig.

Die Forstunkräuter überziehen den Waldboden, überwuchern unsere Holzpflanzen oder umschlingen sie wohl auch, während die Pilze und Schmarotzergewächse in, an oder auf den Waldbäumen leben und deren normale Entwickelung in mehr oder minder schwerer Weise beeinträchtigen.

Entsprechend diesem verschiedenen Auftreten und Verhalten der schädlich werdenden Gewächse ist der Schutz gegen sie in dieser oder jener Form zu regeln.

Erster Abschnitt.

Schutz gegen Forstunkräuter.[2])

Erstes Kapitel.

Allgemeines.

1. Begriff.

Unter **Forstunkräutern** versteht man die teils phanerogamen, teils kryptogamen Kleingewächse des Waldes, welche durch ihr geselliges, mehr oder minder massenhaftes Auftreten die Verjüngung des Waldes erschweren und die Entwickelung unserer forstlichen Kulturpflanzen beeinträchtigen.

---

1) Zur Literatur über forstliche Botanik überhaupt: **Döbner**, E. Ph.: Lehrbuch der Botanik für Forstmänner usw. Aschaffenburg 1853; 4. Aufl. bearb. v. Friedr. **Nobbe**, Berlin 1882. — **Nördlinger**, H.: Deutsche Forstbotanik usw. 2 Bde., Stuttg. 1874/76. — **Willkomm**, Moritz: Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. 2. Aufl., Leipz. 1887. — **Fischbach**, H.: Forstbotanik. 6. Aufl., hrsg. v. R. Beck. Leipz. 1905. — **Hempel**, Gustav, und **Wilhelm**, Karl: Die Bäume und Sträucher des Waldes in botanischer und forstwirtschaftlicher Beziehung. 3 Abtlgn. Wien u. Olmütz 1889/1900. Ein vortreffliches, reich ausgestattetes Werk mit ausgezeichneten Abbildungen. — **Dippel**, Leopold: Handbuch der Laubholzkunde. 3 Bde., Berlin 1889/93. — **Schwarz**, Frank: Forstliche Botanik. Berlin 1892. — 2) **Ratzeburg**, J. T. C.: Die Standortsgewächse und Unkräuter Deutschlands und der Schweiz, in ihren Beziehungen zu Forst-, Garten- und Landwirtschaft und zu anderen Fächern. Berlin 1859. — **Thaer**, A.: Die landwirtschaftlichen Unkräuter. Farbige Abbildung, Beschreibung und Vertilgungsmittel derselben. 2. Aufl., Berlin 1893. Enthält auch einige forstliche Unkräuter. Der Hauptwert des Schriftchens liegt in den Abbildungen. — L. J.: Studien über die Waldvegetation. Forstl. Bl., N. F. 1892, 42 u. 65. — **Fürst**: Das Auftreten und die Bedeutung der Forstunkräuter. Österr. F. u. J.-Ztg. 1895, 109.

Im weiteren Sinne rechnet man zu den Forstunkräutern auch Sträucher und sogar manche sonst nützliche Baumarten im jugendlichen Alter, wenn die Hauptholzart durch sie beeinträchtigt wird. Solche Fälle liegen z. B. vor, wenn Salweiden oder Aspen in Buchenschlägen oder wenn Birken in Nadelholzkulturen in größerer Menge auftreten.

Die Einreihung von Holzgewächsen unter die Forstunkräuter widerspricht zwar dem strengen Wortlaut, indem holzige Stengel — vom botanischen Gesichtspunkt aus — keine krautartigen sind. Die Bezeichnung „Forstunkräuter" hat sich aber in der forstlichen Welt so eingebürgert, daß man davon absehen muß, sie aufzugeben. Schon hier sei bemerkt, daß gerade die meisten und schädlichsten Forstunkräuter in die Gruppe der holzigen Gewächse gehören.

2. Einteilung der Forstunkräuter.

Die Einteilung der Forstunkräuter kann erfolgen nach:

a) der Beschaffenheit bzw. Struktur der Stengel;
b) der Dauer;
c) dem Auftreten je nach Lagen;
d) dem Vorkommen je nach Bodenbeschaffenheit;
e) dem Nährstoff- und Wasserbedarf;
f) dem Verhalten gegen Licht und Schatten;
g) der Art und Weise der schädlichen Einwirkung;
h) dem Grad der Schädlichkeit.

Die mannigfaltigen Beziehungen der Forstunkräuter zum Boden und Waldbau [1]) sind ebenso interessant und lehrreich, wie die natürlichen Wandlungen [2]), welchen die Bodendecke im Walde bei den verschiedenen Holzarten und Schlußverhältnissen der Bestände im Laufe der Zeit unterliegt.

Nach den vorstehenden Gesichtspunkten lassen sich folgende 8 Gruppen von Forstunkräutern ausscheiden:

Zu a): Holzige und krautartige Forstunkräuter.

Zu ersteren gehören z. B. Besenpfrieme, Heide, Heidelbeere, Weißdorn, Schwarzdorn, Brombeere, Wacholder usw., kurz sämtliche Sträucher; zu letzteren: Weidenröschen, Kreuzkraut, Fingerhut, Tollkirsche, alle Gräser und Halbgräser usw.

Zu b): Einjährige, zweijährige und ausdauernde Forstunkräuter.

Zu ersteren gehören die meisten krautartigen Pflanzen; zu letzteren alle holzigen Kleingewächse. Eine zweijährige Dauer der Pflanze (im ersten Jahre nur Blätter, im zweiten Jahre Blütenstengel mit Früchten) kommt im allgemeinen selten vor. Beispiele sind: Wollkraut und Fingerhut.

Bei weitem die meisten der die Bodenflora des Waldes bildenden Gewächse sind ausdauernde. Cieslar [3]) fand, daß 80—96 % der Arten hierzu gehören und daß die ein- und zweijährigen Pflanzen hinsichtlich der Individuenzahl gegenüber den ausdauernden noch weit mehr zurücktreten. Es kommt hinzu, daß unter Verhältnissen, welche das Blühen und Fruktifizieren erschweren oder unmöglich machen, wie es in schattigen Beständen der Fall ist, viele ein- und zweijährige Pflanzen zu ausdauernden werden und Laubsprosse und Ausläufer entwickeln.

Zu c): Unkräuter der Ebene, des Sumpfes, des niederen Hügel- und Berglandes, des Mittel- und des Hochgebirges.

Am entschiedensten unter diesen verschiedenen Pflanzengenossenschaften ist die Sumpf- und die Hochgebirgsflora ausgeprägt.

---

1) Senft: Ztschr. f. F. u. Jw. 1869, 341; 1870, 255. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1892, 88. — 2) Burckhardt, H.: A. d. Walde. V., 1874, 185. — 3) Mttlgn. a. d. forstl. Versuchsw. Österr. Hft. 30, 97.

Zu d): **Bodenstete, bodenholde und bodenvage Forstunkräuter** (Unger). Die bodensteten bzw. -holden Pflanzen hat man weiter in Sand-, Ton-, Lehm-, Kalk-, Mergel-, Humus-, Moor-, Salz- und Schutt-Pflanzen usw. unterschieden.[1])

Mit dieser Einteilung ist aber deshalb nicht viel anzufangen, weil die Pflanzendecke eines Standortes nicht allein vom Boden, sondern auch vom Untergrund und der Umgebung bedingt wird. Es kann daher nicht befremden, wenn z. B. der Sandboden oft eine Flora zeigt, die der Lehm-, Ton- oder Torfflora ähnlicher ist als der Sandflora, oder wenn sogar Salzpflanzen, für welche die Bodenstetigkeit noch am ehesten behauptet werden kann, auf fast salzfreien Böden sich vorfinden.

Im allgemeinen sind die meisten Forstunkräuter mehr oder weniger bodenvag, d. h. sie treten auf Bodenarten von höchst verschiedenartiger chemischer und physikalischer Verfassung auf.

Als Sandpflanzen sind zu nennen: Heide, Besenpfrieme, Setaria glauca P. B., Calamagrostis epigeios Roth., Carex arenaria L., Aira canescens L., Pteris aquilina L.

Auf Tonboden sind heimisch: Huflattig, Pestwurz, Sumpfziest, Schachtelhalme, Wollgräser, Rohrarten, Binsen, Simsen usw.

Auf Lehmboden finden sich, seiner günstigen Bedingungen wegen, zahlreiche Pflanzen, insbesondere auch alle guten Wiesengräser, Winden, Ehrenpreis usw. und zahlreiche Übergänge zur Pflanzenwelt einerseits des Ton-, andererseits des Sandbodens.

Als echte Kalkpflanzen sind zu bezeichnen: die meisten Labiaten, Stein-, Habichtskraut, Steinbrombeere, wolliger Schneeball, viele Schmetterlingsblütler, Melica ciliata L., M. nutans L., Koeleria cristata Pers.

Ein humushaltiger bzw. an Mullerde reicher Boden wird angezeigt durch: Himbeere, Springkraut, gemeine Hanfnessel, Nachtschatten usw.

Auf Rohhumus weisen hin: Leucobryum glaucum Hmpe, Hypnum Schreberi Hedw., Aira flexuosa L., Molinia coerulea Much., Heide, Heidelbeere, Trientalis europaea L.

Zu den Moorgewächsen gehören: Kienporst, Rauschheidelbeere, die saueren Gräser und Halbgräser, Läusekraut, Torfmoose usw.

Salzgehalt im Boden wird angezeigt vom: Meerstrands-Milchkraut, Meerstrands-Wegerich, Glasschmalz, Salzkraut usw.

Schuttpflanzen sind: Atriplex, Chenopodium album L., Galeopsis Tetrahit L., Solanum nigrum L.

Zu e): **Kiesel-, Kalk- und Kalipflanzen.**

Diese von Liebig u. a. angenommene Einteilung stützt sich auf die Analyse der Asche; sie geht von der Ansicht aus, daß die Pflanze vorzugsweise jener mineralischen Nährstoffe bedürfe, welche sich in der Asche am meisten vorfinden.

Auch dieser Einteilung kann ein großer wissenschaftlicher Wert nicht beigelegt werden. Die Bezeichnungen Kiesel-, Kali- usw. Pflanzen sind wenigstens insofern ungenügend, als zum Wachstume der Pflanzen auch noch andere als die genannten Stoffe (z. B. Schwefel, Eisen, Stickstoff usw.) erforderlich sind. Ferner ist nicht zu übersehen, daß die chemischen Bedürfnisse einer Pflanze auch nach den einzelnen Pflanzenteilen verschieden sind. So sind z. B. die Gras- und Getreidearten den Blättern nach Kieselpflanzen, den Samen nach aber Phosphor-, Kali- oder Magnesiapflanzen.

1) Vgl. die von Vater hrsg. „Tabellen betr. d. Abhängigkeit der Pflanzen von den Eigenschaften des Bodens u. die Bodenfloren im Walde. Tharandt 1906 u. Ramann: Forstl. Bodenkde. u. Standortlehre. Berlin 1893, 365.

Die Erscheinung, daß eine Anzahl von Forstunkräutern auf gewissen Bodenarten vorzugsweise gefunden wird, ist weniger in der mineralischen Zusammensetzung bzw. chemischen Qualität dieser Bodenarten begründet, als vielmehr in den physikalischen Eigenschaften des Bodens (Feuchtigkeit, Lockerheit, Wärmekapazität usw.) zu suchen. Die Mineralbestandteile sind zwar hierbei nicht ganz ohne Einfluß, weil sie die physikalische Bodenkonstitution mit bedingen; ihre Rolle ist aber doch mehr eine sekundäre.

Unter den für das Vorkommen der Forstunkräuter maßgebenden physikalischen Eigenschaften steht der Wassergehalt des Bodens obenan. Die Abhängigkeit der Bodenflora von diesem tritt allenthalben scharf zutage; jeder Feuchtigkeitsgrad des Bodens, vom trockenen und frischen bis feuchten und nassen besitzt seine eigene, oft ziemlich deutlich ausgeprägte Flora.

Auf trockenem Boden siedeln sich Cladonia rangiferina L. und die oben genannten Sandpflanzen an. Geringe Feuchtigkeit verlangen: Festuca ovina L., Koeleria cristata L., die Ononis- und Genista-Arten. Feuchten Boden ohne stehende Nässe beanspruchen: Equisetum, Hypnum-Arten, Sauerampfer, Waldziest. Auf nassem Boden sind die früher erwähnten Moorgewächse, insbes. Carex- und Juncus-Arten, Wollgräser, Torfmoose usw. heimisch. Eine Reihe von Pflanzen, z. B. Heide, Heidel- und Preißelbeere, Borstengras, Polytrichum commune u. a. vermögen sich aber auch an sehr verschiedenen Wassergehalt anzupassen und treten demzufolge überall auf.

Zu f): Lichtbedürftige und schattenertragende Forstunkräuter.

In welch hervorragendem Maße die niedere Vegetation des Waldbodens von der Belichtung abhängig ist, hat namentlich Cieslar (a. a. O.) durch seine Untersuchungen über die Rolle des Lichtes im Walde näher festgestellt. Seine Beobachtungen in den Durchforstungs- und Lichtungsversuchsflächen der Mariabrunner Versuchsanstalt lassen erkennen, daß in verschieden lichten Beständen gleicher Holzart und gleichen Standorts die Zahl der die Bodendecke bildenden Pflanzenarten mit dem Grade der Lichtung zunimmt. Jede Pflanzenart vermag nur dort zu gedeihen, wo ihr das beanspruchte geringste Maß des Lichtgenusses zu Gebote steht. Ist der Kronenschluß eines Bestandes ein so dichter, daß der Lichtgenuß am Boden unter das Minimum sinkt, welches für die einzelne Pflanzenart zum Gedeihen notwendig ist, so verschwindet die betreffende Art aus der Flora des Bestandes.

Je nachdem das notwendige Lichtminimum der verschiedenen Pflanzenarten ein hohes oder nur geringes ist, unterscheidet man Licht- und Schattenpflanzen. Zwischen diesen Endgliedern reihen sich mit allmählichem Übergang alle Gewächse mit mittleren Lichtansprüchen ein. Man bezeichnet die hierher gehörigen Arten zuweilen als Halbschattenpflanzen oder Halblichtpflanzen.

Die Lichtpflanzen finden ihre Ansprüche an den Lichtgenuß in weitestgehendem Maße auf Blößen und nach Kahlhieben auf den Schlägen erfüllt. Die hier auftretenden sog. Schlagpflanzen bilden gewissermaßen die oberste Staffel der Lichtpflanzen. Zu ihnen gehören z. B.: Birke, Aspe, Salweide, Eberesche, Hirschholunder, Erdbeere, Fingerhut, Weidenröschen, Himbeere, Senecio viscosus L. und silvaticus L., Heide, Agrostis vulgaris Withering, A. stolonifera Koch, Aira flexuosa L., A. caespitosa L. u. a.

Zu den Halbschatten-(Halblicht-)pflanzen gehören alle Arten, die an den Bestandesrändern bzw. im Innern der Bestände erscheinen, sobald diese anfangen, sich lichter zu stellen. Je stärker die Belichtung, um so üppiger wuchern sie. Genannt seien z. B.: Poa nemoralis L., Milium effusum L., Impatiens noli tangere L., Weidenröschen, Hexenkraut, Senecio Fuchsii Gmel., S. nemorensis L., Aspidium Filix mas Swartz., Athyrium Filix femina Roth. usw.

Schattenpflanzen sind solche Gewächse, die bereits in geschlossenen Beständen mehr

oder weniger zahlreich auftreten und hier ihr Fortkommen finden, z. B.: Viola silvatica Fr., Oxalis Acetosella L., Mercurialis perennis L., Anemone nemorosa L., Convallaria majalis, Carex silvatica Huds.

Die Schatten- und Halbschattenpflanzen vermögen auch in vollem Lichte zu gedeihen. Wenn einige die lichtesten Orte meiden, so scheint, wie Cieslar (a. a. O. 104) mit Recht hervorhebt, der Grund hierfür nicht in einer zu großen Lichtmenge, sondern im Bodenzustand, d. h. im Humusmangel des betreffenden, der stärkeren Lichteinwirkung längere Zeit ausgesetzten Bodens zu liegen.

Zu g): **Absperrende, verdämmende, überlagernde, (durch Klettern) erdrückende und versumpfende Forstunkräuter.**

Beispiele siehe unter 8. B. Schädlichkeit der Forstunkräuter.

Zu h): **Sehr schädliche, merklich schädliche und unmerklich schädliche Forstunkräuter.**

Der Grad der Schädlichkeit der Forstunkräuter wird weniger von der Art derselben als vielmehr von der Individuenzahl bedingt, in der sie unter gegebenen Standortsverhältnissen aufzutreten vermögen. Je mehr die einzelne Pflanzenart befähigt ist, herrschend aufzutreten, d. h. unter zusagenden Verhältnissen den Boden mit einer dichten Vegetationsdecke zu überziehen, um so größer ist ihre praktische Bedeutung. Jene Forstunkräuter, die nur in Gemeinschaft mit anderen Arten einen dichten Bodenüberzug zu bilden vermögen, sind weniger beachtlich als diejenigen, die gleichzeitig massenweise aufzutreten und mit ihrer Art ganze Flächen zu bedecken imstande sind.

Bei Einhaltung der genannten 3 Klassen ergibt sich etwa folgende Gruppierung der Forstunkräuter:

Charakter der Pflanzen	Schädlichkeitsklasse I. Sehr schädliche Gewächse	 II. Merklich schädliche Gewächse	 III. Unmerklich schädliche Gewächse
A. Holzige Gewächse	Heide Heidelbeere Preißelbeere Besenpfrieme Brom- und Himbeere	Rosensträucher Schwarzdorn Weißdorn Holunder Waldweiden Aspe Birken Hasel Faulbaum Kreuzdorn Stechpalme Wachholder Deutsches und italienisches Geißblatt	Ginster Spindelbaum Stachelbeerstrauch Johannisbeersträucher Schneeball Gemeines und schwarzes Geißblatt Rainweide Moosbeere Hartriegel Bittersüß Kellerhals Waldrebe
B. Krautartige Gewächse	Anger- u. Haingräser (Aira flexuosa L., Agrostis, Festuca, Nardus stricta L., Molinia, Calamagrostis) Sauergräser (Carex, Scirpus, Eriophorum) Simsen (Juncus) Farnkräuter Torfmoose	Springkraut Weidenröschen Kreuzkräuter Tollkirsche Wollkräuter Fingerhut Winden Wilder Hopfen Ast- und Haftmoose	Johanniskräuter Habichtskräuter Nesseln Hainsimsen

Der I. Klasse sind nur solche Kleingewächse zugewiesen worden, die durch ihr häufiges und massenhaftes (herrschendes) Auftreten in vielen Waldgebieten erstickend, verdämmend, bodenverwurzelnd, austrocknend oder versumpfend wirken.

Die II. Klasse vereinigt solche Forstunkräuter, die nur unter gewissen standörtlichen oder Bestandsverhältnissen durch massenhaftes Vorkommen forstschädlich werden.

In die III. Klasse endlich sind diejenigen Kleingewächse gebracht, die teils weniger im Walde vorkommen (Heckenhölzer, Nesseln usw.), teils wegen niedrigen Wuchses, geringen Ausschlagvermögens, lichter Bestockung, schmaler Blätter usw. nur wenig verdämmen und auch sonst wenig schaden.

3. Wirtschaftliche Bedeutung der Forstunkräuter.

Die im Walde auftretenden Kleingewächse sind keineswegs alle schädlich. Viele sind ganz gleichgültig; andere werden nur unter gewissen örtlichen Verhältnissen schädlich und noch andere sind neben schädigenden Einwirkungen sogar nützlich.

A. Nützlichkeit.

Der Nutzen der (überhaupt nützlichen) Forstunkräuter ist entweder ein direkter oder ein indirekter.

Der direkte Nutzen gewisser Forstunkräuter ist in ihrem Nahrungs-, Futter-, Streu-, Dung- oder Brennwert oder in ihrer Verwendung in der Technik bzw. zur Herstellung von Arzneimitteln begründet.

Nahrungswert für Menschen und Tiere (namentlich Vögel) besitzen z. B. die Früchte vieler Sträucher (Brombeer- und Himbeersträucher, Heidelbeere, Preißelbeere usw.).

Zu Futter-, Streu- und Brennzwecken dienen Besenpfrieme und Ginsterarten. Ein gutes Streumaterial liefern die Farnkräuter und Moose.

Verwendung in der Technik finden Faulbaum (zur Schießpulverfabrikation), Kreuz- und Sauerdorn (zum Färben), Wachholder (Schnaps aus Beeren), Holunder (Wein und Latwerge aus Beeren), Nesseln (zur Herstellung von Tuch und Garn), Rohr- und Binsenarten (zu Dächern, zur Befestigung des Putzes an den Wänden usw.), Moosarten (als Packmaterial, zur Verwendung in der Gärtnerei, Bürstenfabrikation usw.), Schachtelhalm (zum Polieren usw.).

Offizinellen Wert haben Tollkirsche (durch ihren Gehalt an Atropin), Fingerhut (enthält Digitalin), Kellerhals usw.

Indirekt nützlich sind die Forstunkräuter als:

a) Standortsanzeiger[1]) durch Gewährung von Aufschlüssen über gewisse Eigentümlichkeiten des Bodens. Außerdem geben sie vielfach Fingerzeige für die Notwendigkeit dieser oder jener waldbaulichen Maßregeln oder lassen deren Erfolge erkennen.

In den Verjüngungsschlägen der Buche weist z. B. Überhandnehmen der Riedgräser, namentlich von Carex silvatica Huds., auf zu starke Lichtung und Gefährdung des Buchenaufschlages hin. Zurückgehen von Dentaria bulbifera L. und Asperula odorata L., die beide in dunklen oder nur durchforsteten bis schwach gelichteten Beständen ihr Optimum

1) Forstw. Zbl. 1901, 606. Hier wird sogar die Alpenrose als Standortsanzeiger bezeichnet. Wo sie noch üppig wuchert, soll noch die Möglichkeit gedeihlichen Holzwuchses gegeben sein. Wo sie nur in schwächlichen, kümmernden Exemplaren auftritt, habe auch der Holzwuchs seine oberste Grenze erreicht.

finden, ist mit Abnahme des Humus infolge zu starker Schlußdurchbrechung in Zusammenhang zu bringen.[1])

Besonders große Bedeutung als feinfühligen und zuverlässigen Gradmessern für das Fortschreiten und den jeweiligen Zustand der Vorbereitung des Bodens in den Buchenverjüngungen mißt Frömbling[2]) den „Schlaggewächsen" bei. Die von ihm als „nützlich" bezeichneten (Luzula albida Desv. und pilosa Willd., Sauerklee, Buschwindröschen u. a.) sind ein guter Maßstab für das Schattenerträgnis der jungen Ansamung. Sobald sie unter zu starker Beschattung leiden und zu verschwinden beginnen, leidet auch die Ansamung, während dort, wo die nützlichen Schlaggewächse den Boden tüchtig begrünen, die Beschattung auch dem Buchenaufschlage zusagt.

b) Bodenbefestiger durch Bindung des Bodens auf Anhöhen und an steilen Hängen, zumal im Gebiete des Flugsandes.

c) Bodenverbesserer durch Bereicherung und Frischerhaltung des Bodens, Erschwerung der Wärmeausstrahlung, überhaupt Abschwächung der Temperaturextreme in der obersten Bodenschicht (Moosdecke).

Nach Frömbling (a. a. O.) sind die vorstehend genannten nützlichen Schlaggewächse bei der Vorbereitung der Buchenbestände zur Verjüngung um deswillen besonders bedeutungsvoll, weil sie diejenigen Zersetzungsprodukte des Rohhumus, welche die Ansamung gefährden, rasch absorbieren und in milde, der jungen Buche besser zusagende Stoffe umwandeln. Sie werden dadurch zu Bodenverbesserern, schützen den Boden außerdem gegen Verhärtung, bewahren ihm eine gleichmäßige Frische und ersetzen damit die Tätigkeit der ehemaligen, von ihnen aufgezehrten Laubdecke.

d) Schutzspender für zarte Holzpflanzen in exponierten Örtlichkeiten gegen Frost, austrocknende Winde und Hitze.

Aus diesen Gründen dürfen die Forstunkräuter keineswegs unter allen Umständen beseitigt werden. Ihre Entfernung ist nur dann geboten, wenn sie ausschließlich schaden oder wenn ihr Schaden den Nutzen überwiegt.

B. Schädlichkeit.

I. Schädlichkeit im allgemeinen.

Auch die Schädlichkeit der Forstunkräuter ist entweder eine direkte oder indirekte. Manche Kleingewächse des Waldes sind sogar nach beiden Richtungen hin nachteilig.

Direkt oder unmittelbar schädlich sind die im Walde vorkommenden Giftpflanzen, z. B. Kellerhals, Fingerhut, Nachtschatten, Tollkirsche usw. Beachtung verdient diese Schädlichkeit bei dem Waldweidebetriebe.

Als ein direkter Nachteil kann auch die Belästigung angesehen werden, die dem Holzfällungsbetriebe durch dichte Überzüge des Bodens mit Schwarzdorn, Weißdorn, Rosen, Waldrebe usw. bereitet wird.

Die weit bedeutungsvollere indirekte Schädlichkeit der Forstunkräuter besteht in:

1. Verwurzelung des Bodens und hierdurch Verhinderung der natürlichen Ansamung und Erschwerung des Holzanbaues, mithin Vermehrung der Kulturkosten.

Heide, Heidelbeere, Pilosella, Gräser usw.

2. Aufnahme mineralischer Nährstoffe aus dem Boden, die infolgedessen den Holzgewächsen entgehen.

---

1) Cieslar: a. a. O. 79. — 2) D. Buchenhochwaldbetrieb. Berlin 1908, 27.

Die hierdurch herbeigeführte Beeinträchtigung der Holzpflanzen wird besonders dort fühlbar, wo die Forstunkräuter zu Streuzwecken wiederholt entfernt werden.

3. Beeinträchtigung bzw. Unterdrückung der forstlichen Kulturgewächse im jugendlichen Zustande durch Entzug der zum Wachstum unentbehrlichen Atmosphärilien: Luft, Licht, Wärme, Tau, Regen.

Aspe, Salweide (insbesondere als Stockausschläge), Gräser, Halbgräser usw. Lichtholzarten sterben unter dem dichten Schirme zumal holziger Forstunkräuter ab. Schattenholzarten halten zwar lange Zeit aus, kümmern aber und gehen bei andauerndem starken Drucke zuletzt ebenfalls zugrunde.

4. Erdrücken durch Überlagern, zumal im Winter bei starkem Schnee, oder durch Kletterkraft.

Hochstengelige Krautgewächse, Gräser, Adlerfarn, Brombeersträucher; — Geißblatt, Waldrebe, Winde, wilder Hopfen usw.

5. Zurückhalten der Nässe bei feuchtem Wetter und Veranlassung von Versumpfung; infolgedessen Vermehrung der Frostschäden.

Alle Moorpflanzen, insbesondere die Sumpfmoose.

6. Austrocknung und Vermagerung des Bodens.

Ein hauptsächlich auf Befeuchtung von oben her angewiesener, trockener Boden wird durch einen dichten Gras- und Unkrautfilz der Luftfeuchtigkeit und den wässerigen Niederschlägen (Tau, Regen usw.) verschlossen, mithin noch trockener gemacht (namentlich bei Dürre).

Außerdem wirkt die Grasnarbe austrocknend, weil die Gräser durch ihre Wurzeln Wasser aufnehmen und durch Verdunstung aus ihren oberirdischen Organen wieder abgeben. Je dichter die Gräser stehen, desto größer ist die Austrocknung der obersten Bodenschicht.

7. Erzeugung eines der Vegetation unzuträglichen Humus. Hierher gehören der sauere und der staubige Humus.

Heide, Schilfarten, sauere Gräser.

8. Beherbergung schädlicher Tiere (Mäuse, Insekten).

9. Erhöhung der Waldbrandgefahr durch Schaffung leicht brennbarer, das Feuer rasch fortleitender Bodendecken (Heide, Gras).

10. Übertragung gewisser Pilzkrankheiten auf land- und forstwirtschaftliche Gewächse.

Manche parasitische Pilze, durch deren Auftreten an Kulturgewächsen große wirtschaftliche Schäden herbeigeführt werden, stehen mit Forstunkräutern in Wirtswechsel und vermögen erst dann die Kulturpflanzen zu infizieren, wenn sie einen Teil ihrer Entwickelung in bzw. auf dem Forstunkraut durchgemacht haben.

Besonders berüchtigt ist seit langer Zeit die Berberitze, weil der auf ihren Blättern sich entwickelnde Becherrost (Aecidium Berberidis) auf Getreide und anderen Gramineen jene Rostformen erzeugt, die man jetzt unter dem Namen Schwarzrost (Puccinia graminis Pers.) zusammenfaßt. Die erst in neuerer Zeit erworbene Kenntnis einer Reihe von spezialisierten Schwarzrostformen läßt aber mit ziemlichem Recht vermuten, daß der Berberitze als Übertragerin der Rostkrankheit des Getreides keine allzuhohe Bedeutung zukommt.

Eine andere Gruppe von Getreiderosten, die Kronenroste, steht mit den Äcidien der Rhamnus-Arten in Verbindung. Bemerkenswert ist aber nur der auf Hafer und mehreren Gräsern lebende Rostpilz Puccinia coronifera Kleb., dessen Äcidien auf Rhamnus cathartica sich entwickeln.

II. Schädlichkeit nach bedingenden Momenten.

Die Größe des durch die Forstunkräuter angerichteten Schadens hängt, wie schon oben erwähnt wurde, in erster Linie von der Schnelligkeit ihrer Ausbreitung, sowie von der Mächtigkeit und Beschaffenheit ihres Auftretens ab.

Von Einfluß hierauf sind Standort, Holz- und Betriebsart, Bestandsalter, Schlußgrad, Witterung und Art des Unkrautes.

Die Weiterverbreitung der Forstunkräuter erfolgt vielfach durch den Wind; namentlich werden die Farne, zahlreiche Gräser, Kompositen, Onagraceen, vor allem die Epilobium-Arten, Campanulaceen u. a. auf diesem Wege verbreitet. Andere Arten sind hierbei auf Tiere, vornehmlich Vögel angewiesen, die die Unkrautsamen teils mit ihren Exkrementen, teils dadurch verschleppen, daß die Samen mit Hilfe ihrer stachligen und hakenförmigen Ausrüstungen äußerlich an den Tieren hängenbleiben und mit fortgetragen werden. Anderen Forstunkräutern (Mercurialis, Oxalis, Impatiens) stehen Schleudervorrichtungen zur Verfügung, um ihre Samen auf Meterweite fortzuschleudern. Endlich vermögen sich eine große Anzahl von Forstunkräutern auf vegetativem Wege durch Rhizome und Ausläufer teilweis überraschend schnell zu vermehren.

a) Standort.

Mineralisch kräftige, frische Böden (Basalt- und Granitböden) erzeugen mehr Unkräuter nach Art und Zahl als magere, trockene Sandböden. Auch feuchte Luft begünstigt das Gedeihen der meisten Kleingewächse des Waldes, wie die reiche Gebirgsflora bekundet. Glücklicherweise entwachsen aber die Holzgewächse auf günstigen Standorten dem Unkraute früher als auf ungünstigen. Die Zusammensetzung und Üppigkeit der Unkrautdecke eines Standortes hängt dann (vgl. S. 132) wesentlich mit vom Wassergehalt des Bodens ab. Undurchlässige Bodenschichten, beckenförmige Geländebildungen, Höhenlagen mit feuchter Luft und andere zur Vernassung neigende Stellen weisen gewöhnlich einen ziemlich einheitlichen, vornehmlich von Gräsern und Scheingräsern gebildeten, dafür aber meist ungemein kräftig entwickelten und infolgedessen besonders nachteiligen Unkrautwuchs auf.

b) Holzart.

Je langsamer das Jugendwachstum einer Holzart ist, um so mehr läuft sie Gefahr, von Forstunkräutern überwachsen und verdämmt zu werden. Am meisten leiden jedoch die Lichtholzarten unter dem Unkrautwuchs; auch einige langsamwüchsige Schattenholzarten sind sehr empfindlich.

In bezug auf Empfindlichkeit gegen Graswuchs lassen sich die Holzarten etwa in folgende Reihenfolge bringen:

I. Sehr empfindlich sind: Ulme, Esche, Ahorne, Edelkastanie; — Tanne, Fichte, Taxus.

II. Empfindlich sind: Buche, Hornbaum, Linden, Kulturweiden; — Arve.

III. Weniger empfindlich sind: Eichen, Erlen, Baumweiden, Platane; — gemeine Kiefer, Schwarzkiefer, Lärche.

IV. Am wenigsten empfindlich sind: Birken, Aspe, Pappeln, Weiden (u. zw. die Waldweiden), Robinie, Sorbus-, Pirus-, Prunus-Arten; — Weymouthskiefer.

Selbstverständlich kann diese Einordnung nur als ungefährer Anhalt dienen, da der Empfindlichkeitsgrad der einzelnen Holzarten durch die Standortsverhältnisse wesentlich modifiziert wird.

c) Betriebsart.

Der Kahlschlagbetrieb begünstigt das Auftreten der Forstunkräuter im hohen Grad. In Hochwaldungen mit natürlicher oder künstlicher Vorverjüngung ist — unter sonst gleichen Umständen — die Verunkrautung des Bodens bedeutend geringer als in solchen mit künstlicher Nachverjüngung.

Auf den frischen Schlagflächen, insbesondere auf feuchten oder frischen Böden, wuchert binnen kürzester Zeit ein reicher Gras- und Unkrautwuchs.

Wir erinnern an das massenhafte Auftreten des Fingerhutes und des Kreuzkrautes auf dem Porphyrboden des Thüringerwaldes, der Balsaminen und Weidenröschen auf dem Basaltboden des Vogelsberges, der Besenpfrieme und Ginsterarten in den Siegener Haubergen und auf dem Sandboden des Odenwaldes usw. Man erklärt sich diese Erscheinung vielfach durch die Annahme, daß die Samen der Forstunkräuter jahrzehntelang im Boden zu liegen vermögen, wenn sie infolge von Licht-, Wärme- und Luftmangel nicht keimen können. Man nimmt ferner an, daß die Samen während dieser Ruhezeit zum großen Teil ihre Keimfähigkeit behalten und daß sie sofort von dieser Eigenschaft Gebrauch machen, sobald durch Lockerung des Bestandsschlusses die notwendigen Keimungsbedingungen geschaffen worden sind.

Eine Stütze gewann diese Ansicht namentlich durch A. Peter[1]), dessen Kulturversuche mit Erdproben aus dichten, vegetationslosen Beständen das Vorhandensein zahlreicher lebender Pflanzenkeime ergab. Aus Bodenproben von altem Waldboden gingen fast nur Waldpflanzen, aus solchen von ehemaligem Acker- und Weideland vorwiegend Ackergewächse auf. Der von Peter hieraus gezogenen, bereits erwähnten Schlußfolgerung einer sehr lange währenden Erhaltung der Keimfähigkeit von Sämereien bzw. des vegetativen Lebens von Wurzeln und Rhizomen im Ruhezustande pflichtet Cieslar (a. a. O. 91) nicht bei. Der genannte Autor erklärt vielmehr das Auftreten einer dichten Bodenflora im Walde nach Lockerung oder gänzlicher Entfernung des Kronendaches ohne Annahme einer jahrzehntelangen Erhaltung der Keim- oder Wuchsfähigkeit von Samen und Rhizomen durch den Hinweis auf die oben besprochenen außerordentlich wirksamen Verbreitungsfaktoren und durch die Feststellung, daß alle dem dichtesten Buchenbestande eigentümlichen Florenelemente einen ganzen Umtrieb ohne Unterbrechung durchzuleben vermögen, ohne der Gefahr des Aussterbens in einer Örtlichkeit auch nur nahe zu kommen.

d) Holzalter.

Am meisten gefährdet sind die forstlichen Kulturgewächse in ihren ersten Lebensjahren. Die Kulturen und Verjüngungen leiden daher in erster Linie, und zwar Saaten und natürliche Besamungen mehr als Pflanzungen; von letzteren sind die mit Jährlingen ausgeführten am meisten gefährdet. Stangen und Stämme können nur durch Schlinggewächse im Zuwachse gestört, ev. zum Absterben gebracht werden.

e) Bestandsschluß.

Die auf dem freien Schlag angesiedelte Unkrautdecke verschwindet, wenn die Kultur durch vollständigen Schluß in das Stadium des Dickichts eingetreten ist, um einer Nadel-, Moos- oder Laubdecke Platz zu machen. Sobald aber im höheren Bestandsalter der natürliche Auslichtungsprozeß beginnt, oder wenn durch wirtschaftliche Maßnahmen oder Naturereignisse Lücken und Blößen im Bestand entstehen, so stellt sich auch das Unkraut wieder ein, u. zw. proportional dem Grade der Lichtung.

In den Buchenversuchsflächen der österreichischen forstlichen Versuchsanstalt trat im Laufe weniger Jahre ein dichter Bodenüberzug von Kräutern und Stauden dann auf, wenn die Flächen auf 0,65 und 0,5 der Stammgrundfläche stark durchforsteter Bestände lichtgestellt worden waren.[2])

---

1) Kulturversuche mit „ruhenden“ Samen. Nachrichten von d. Göttinger Gesellsch. d. Wissenschaften 1893, 673. — Vgl. auch E.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1894, 133 und E.: das. 1906, 234. — 2) Cieslar: a. a. O. 72.

f) Witterung.

Feuchtwarme Jahre sind dem Entstehen und Gedeihen der Waldunkräuter am günstigsten. Hierzu kommt, daß in feuchten Sommern das Bedürfnis der überhaupt zärtlichen Holzarten nach einem Schutze (Beschattung) durch die Bodenflora am geringsten ist. Der Unkrautschaden ist daher in nassen Jahren doppelt empfindlich.

g) Art der Unkräuter.

Ausdauernde Unkräuter, zumal solche, die Ausläufer oder Wurzelbrut treiben, sind schädlicher als zeitliche. Blattreiche Gewächse verdämmen mehr als blattarme. Gesellige Unkräuter verdrängen unsere Kulturpflanzen leichter als ungesellige.

Aus diesen (und anderen) Gründen gewinnen viele holzige Unkräuter leicht die Oberhand, besonders die in bezug auf den Standort genügsamen, wie Schwarzdorn, Aspe, die Waldweiden usw.

Schädlich sind ferner solche Forstunkräuter, welche beim Verwesen einen sog. staubigen oder saueren Humus liefern, da diese Humusarten der Vegetation unzuträglich sind. Hierher gehören die Rohhumusbildner: Heide, Beerkräuter, namentlich Preißelbeere, ferner Farnkräuter, Flechten (Renntierflechte).

4. Schutzmaßregeln.

A. Vorbeugungsmaßregeln.

1. Sorgfältige Erhaltung des Bestandsbeschlusses.

Besonderer Vorsicht bedürfen die Schlagstellungen in den natürlichen Verjüngungen auf graswüchsigen Böden. Die Samenschlagstellung muß hier dunkel gehalten werden. Die Nachhiebe sind schwach und zögernd zu betreiben. Entstandene Fehlstellen und Blößen sind rechtzeitig mit rasch nachwachsenden Holzarten zu füllen.

2. Vermeidung zu hoher Umtriebe und rechtzeitiger Unterbau der Lichtholzbestände (Eichen, Kiefer, Lärche usw.) mit Schattenholzarten (Buche, Hornbaum, Linde, Weymouthskiefer usw.).

Soll das Bodenschutzholz seinen Zweck richtig erfüllen, so muß es eingebracht werden, ehe die den Boden abschließende und dadurch schädlich wirkende Vergrasung bzw. Verangerung beginnt.

3. Rascher Wiederanbau der Kahlschläge. Wahl der Pflanzung mit kräftigen Setzlingen im engen Verbande.

4. Erhaltung der natürlichen Laub-, Nadel- und Moosdecke.

Mittelbar wird diese Erhaltung durch die Erziehung geschlossener Bestände gefördert, unmittelbar durch Unterlassung der Streunutzung.

5. Entwässerung nasser, zur Versumpfung neigender oder bereits versumpfter Flächen vor der Kultur.

6. Anbau einer den Unkrautwuchs unterdrückenden Pflanzenart vor oder bei der Kultur der Schlagflächen.

Außer Lupine kommt namentlich der Johannis-Staudenroggen (Waldkorn)[1]) hierzu in Betracht. Das unmittelbar vor der Bepflanzung breitwürfig auszusäende (35 bis 50 kg für 1 ha) und durch Behacken unterzubringende Korn bildet im ersten Jahre eine etwa 10—20 cm hohe dichte, oft filzige Decke, die keine oder nur wenige Unkräuter auf- und durchkommen läßt. Im zweiten Jahre schießt das Korn in den Halm und läßt aber-

1) Vgl. Naumann, B.: Thar. Jhrb. 1905, 198.

mals kein Unkraut heraus. Selbst nach der Aberntung (Anfang August) wird der Unkrautwuchs durch die belassenen hohen Stoppeln usw. derartig gehindert, daß Ausschneiden nur bei zu dünnem Stande des Waldkorns in Frage kommt. Der Nutzen, den der Anbau dieser Halmfrucht gewährt, besteht nicht allein in der verdämmenden Wirkung, sondern auch darin, daß die trotzdem aufgekommenen Unkräuter bei der Ernte des Waldkorns mit abgeschnitten werden, im allgemeinen also früher, als sie Samen ausgestreut haben.

7. Für Saat- und Pflanzenbeete kommt noch eine Reihe besonderer Maßregeln zur Anwendung, deren nähere Schilderung der Waldbaulehre überlassen bleiben muß, z. B. Jäten vor oder während der Blütezeit der Unkräuter und bei regnerischer Witterung, Anwendung von Rasenasche oder Mineraldüngern, Bedecken der leeren Zwischenräume mit Moos, Laub usw.

B. Vertilgungsmaßregeln.

Die Wahl des Abstellungsmittels hängt von der Art und Mächtigkeit des Unkrautüberzuges und von den sonstigen lokalen Faktoren (Standort, Bestand) ab.

Die bei der Unkrautbekämpfung im Walde zur Anwendung kommenden Maßregeln sind nicht sehr mannigfaltig. Sie laufen fast durchgängig darauf hinaus, das schädigende Gewächs abzuschneiden, auszurupfen, auszuroden oder es durch Hieb- und Quetschwunden in seiner raschen Entwicklung möglichst zu hemmen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Bekämpfungsmethoden sind, abgesehen von den benutzten Werkzeugen, mehr gradueller Natur, insofern die eine Bekämpfungsmethode nachhaltiger wirkt als die andere. In manchen Fällen genügen schon die einfachsten Mittel, während in anderen gründlichere Maßregeln ergriffen werden müssen.

Nachstehend sollen hier nur die wichtigsten Maßregeln im allgemeinen und unter Hinweis auf die Unkrautarten, bei denen sie zur Anwendung kommen, verzeichnet werden. Die speziellen bei der Bekämpfung der einzelnen Unkräuter gebräuchlichen Gegenmaßnahmen folgen bei der näheren Schilderung der Lebens- und Schädigungsweise dieser Gewächse.

1. Eintrieb von Weidevieh.

Hornvieh um Gräser niederzuhalten, Schafe um holzigen Gewächsen (Heide, Besenpfrieme) zu steuern.

2. Abschneiden (Sicheln, Mähen) oder Abplaggen von Gras- und Kräuter- (Heide, Heidelbeere) decken.

3. Unterbringen der Pflanzendecke durch Pflügen.

4. Abbrennen dichter Heideüberzüge.

5. Ausjätungen (Reinigungs-, Läuterungshiebe) lästiger Weichhölzer (Birke, Aspe, Salweide usw.), ev. in Verbindung mit Köpfen, Ringeln, Übererden der Stöcke.

6. Düngung mit Mineraldünger (Kalisalzen und Kalk), um Heide, saure Gräser und Moose zum Absterben zu bringen.

7. Töten krautartiger Gewächse durch Aufspritzen von Salzlösungen (Eisenvitriol).

Das in der landwirtschaftlichen Praxis (Zuckerrübenbau) bei der Bekämpfung von Ackersenf, Hederich und Brennesseln hier und da angewendete Mittel wird infolge der großen Anforderungen an Arbeit und Geld in der Forstwirtschaft bedeutungslos bleiben.

8. Töten der Unkräuter durch breitwürfiges Ausbreiten des bei Durchforstungen und in den Verjüngungsschlägen ausfallenden, anderweit nicht verwendbaren Reisigs (insbes. Tannenreisig).[1])

1) Hoffmann: Württembg. Forstv. Bericht 1908, 83.

Zweites Kapitel.

Die schädlichsten Forstunkräuter, ihre Lebensweise und Bekämpfung.

A. Durch Verdämmung, Verwurzelung und Rohhumusbildung schadende Gewächse.

1. Calluna vulgaris Salisb.

Gemeine Heide.[1])

Die Heide ist eine weitverbreitete, 0,2—1 m hohe, gesellig lebende, ausgesprochene Lichtpflanze, welche namentlich im Nordwesten Deutschlands (Hannover, Westfalen, Mecklenburg, Schleswig-Holstein, Ostfriesland), an der Ostseeküste, in Brandenburg (Prignitz) und in der Lausitz große Flächen überzieht. Sie ist keine bodenstete, sondern eine vagabundierende Pflanze; man trifft sie auf sehr verschiedenen Bodenarten (Sand-, Lehm-, Ton-, Kalkböden usw.). Sie gibt aber dem Sandboden den Vorzug und entwickelt sich auf diesem am besten, zumal wenn er vermagert und trocken ist. Maßgebend für Vorkommen und Gedeihen der Heide ist weniger der Nährstoffgehalt des Bodens als vielmehr dessen Feuchtigkeitsgrad. Auf mineralisch sonst gleichen Standorten gedeiht sie auf den trockenen Stellen stets am üppigsten. Besonders angenehm sind ihr Gebiete mit höherer Luftfeuchtigkeit und starker Belichtung.

Dem Forstmann ist sie als untrügliches Zeichen eines entweder von Natur aus nährstoffarmen, sauren oder durch wirtschaftliche Maßnahmen (Freistellung, Weidenutzung, Streunutzung usw.) heruntergekommenen Bodens ein unliebsamer Gast. Sie schadet nicht bloß durch starke Bodenverwurzelung, Verdämmung und Wegnahme der Sommerregen, sondern auch durch Lieferung eines dem Holzwuchs ungünstigen sauren Rohhumus, den nur wenige genügsame Holzarten (Kiefer, Birke, Aspe usw.) zu ertragen vermögen. Zuweilen treten ihre Rückstände sogar in torfartigen Schichten auf. Die Heide ist zwar keine Vorbedingung der Ortsteinbildung, fördert diese aber wesentlich, so daß sich Ortsteinbildung und Verheidung oft zusammen vorfinden.

Die Ausbreitung der Heide erfolgt hauptsächlich durch den im Oktober reifenden, aber erst im nächsten Jahre abfliegenden Samen, der in sehr reichlichem Maße erzeugt und vom Winde fortgeführt wird. Die vegetative Vermehrung durch Ausläufer spielt keine Rolle.

Bekämpfung: Als Vorbeugungsmaßregel empfiehlt sich vor allem Erhaltung des vollen Bestandsschlusses. Ihr großes Lichtbedürfnis läßt die Heide aus allen geschlosseneren Beständen fern bleiben.

Die wichtigsten Abstellungsmaßregeln sind:

1. Abschneiden oder Abmähen.

---

1) Ratzeburg: Forstl. Bl. 2. H. 1861, 56. — Wiese: Allg. F. u. J.-Ztg. 1874, 169. — Fürst: das. 1875, 155. — Schaal: Thar. Jhrb. 1895, 115. — Borggreve: Heide u. Wald. Berlin 1875. 2. Ausg. 1879. — Graebner: Handbuch d. Heidekultur. 1904. — Erdmann: Die Heideaufforstung. Berlin 1904. — Ders.: Die nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung. Berlin 1907.

Man verwendet hierzu die sog. Heidekneipe (Abb. 33), eine Sense mit kurzem, breitem und starkem Blatte. Das Abmähen wird am besten im Nachsommer bald nach der Blütezeit vorgenommen, um die Wiederansamung möglichst zu verhindern. Geschieht das Abschneiden erst nach der Samenreife, so fördert man nur das Ausfallen der Samen. Das abgeschnittene Material wird als Streu gebraucht oder findet technische Verwendung zum Heizen, Gerben und zur Herstellung von Besen.



Abb. 33. Heidekneipe.

2. Abbrennen auf dem Stocke.

Diese Maßregel kann nur auf größeren, von Holzwuchs freien Heideflächen oder für Stockschläge, unmittelbar nach dem Abtrieb, in Betracht kommen. Zur Verhütung eines Waldbrandes machen sich selbstverständlich Vorsichtsmaßregeln (Isolierung der Brandfläche durch Wundstreifen von genügender Breite, Vollzug des Abbrennens bei trockenem, womöglich windstillem Wetter (März), Anzünden an der dem Winde entgegengesetzten Seite, gehörige Überwachung des Feuers usw.) notwendig.

3. Umplaggen des Bodens, mit oder ohne Fruchtbau.

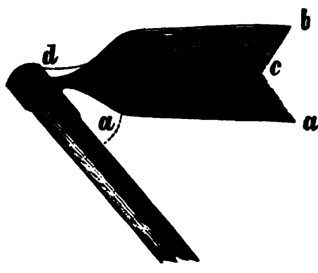


Abb. 34. Siegener Plaggenhaue.

Beim Abschälen des Bodens leistet die in den Siegener Haubergen übliche Hacke (Abb. 34) vortreffliche Dienste. Die Breite des Blattes (*ab*) beträgt 10—11 cm, die Länge in der Mitte (*cd*) 25 cm, der $\angle \alpha = 55—60°$; der winkelförmige Ausschnitt der Schneide verhindert das Ausgleiten der Unkräuter.

Abplaggen des Heidefilzes empfiehlt sich namentlich in Fichtensaaten und Pflanzungen, wenn die Pflanzen unter dem Einfluß der wuchernden Heide zu leiden beginnen. Die abgeschälten Heideplaggen werden am besten gewendet und um die Pflanzen herumgelegt. Unter günstigen Umständen kann die ziemlich kostspielige Arbeit des Abplaggens durch Verwendung eines zwischen den Pflanzenreihen hinfahrenden Schälpfluges wesentlich gefördert und verbilligt werden.

4. Schafeintrieb.

Der Eintrieb muß erfolgen, so lange die Heide noch jung und zart ist, weil alte Heide nur im Notfalle von den Schafen angenommen wird.

5. Ausrupfen der jungen Heidepflänzchen.

Um die Heide von Kulturen fernzuhalten, ist das beste Mittel, die Kulturen jedes Jahr durch Kinder begehen und die jungen, ohne Mühe herauszurupfenden Heidepflänzchen so rein wie möglich sammeln zu lassen. Der Aufwand für diese Maßregel ist kein hoher, sobald die notwendigen Arbeitskräfte zur Verfügung stehen und sobald die Maßregel rationell, d. h. so durchgeführt wird, daß sich die Heide nicht erst einnistet.

6. Überdecken mit Reisig.

7. Düngung mit Kalk oder Kainit.

Die Heide ist empfindlich gegen einen höheren Salzgehalt des Bodens und stirbt auf Sandboden nach Kainitdüngung ab.

Über die Aufforstung von Heideböden gibt die waldbauliche Literatur Aufschluß. Hier sei nur hervorgehoben, daß neben Vernichtung der lebenden Heidedecke (durch Absicheln oder Abbrennen) und Tieflockerung des Bodens (durch Pflügen) die Beseitigung der Heidehumusschicht die wichtigste Aufgabe ist. Sie geschieht am zweckmäßigsten durch eine innerhalb mehrerer aufeinanderfolgender Jahre mehrfach wiederholte Durcharbeitung und Zermürbung mit Hilfe eines der neuzeitlichen Wühlwerkzeuge (Grubber, Rollegge). Gleichzeitige Kalkzufuhr wirkt entsäuernd und beschleunigend auf die Zersetzung des Rohhumus ein.

2. Erica Tetralix L.
Sumpfheide.

Vergesellschaftet sich gegendweise, namentlich in den feuchteren Lagen Nordwestdeutschlands, mit der gemeinen Heide und ist durch die gleichen Mittel zu bekämpfen.

3. Gattung Vaccinium L.
Beerkräuter.[1])

a) Vaccinium Myrtillus L. Heidel-, Blau-, Schwarzbeere.

Durch ganz Deutschland verbreiteter, 0,2—0,5 m hoher Kleinstrauch, Halbschattenpflanze, liebt frische, sogar feuchte (etwas sauere) Böden und kühle, dunstreiche Lagen, kommt aber auch auf trockenen Standorten (Sand) vor (nur nicht auf Kalk). Steigt hoch (bis 1500 m). Lichte Beschattung, etwa durch Kiefern, ist ihr besonders angenehm. Der Same liegt etwa 2 Jahre im Boden, bevor er keimt. Vermehrung und Ausbreitung vorwiegend durch Ausläufer. Massenhaftes Auftreten der Heidelbeere zeigt in der Regel Bodenvermagerung und Bestandsauslichtung durch Alter, Elementarschäden oder fehlerhafte Wirtschaft an. Sie überzieht große Flächen rasenförmig, und ihr dichter Wurzelfilz verschließt die Bodenoberfläche. Außerdem bildet sie sauren, meist locker gelagerten Rohhumus in großer Menge und hat Verdichtung des Bodens und damit oberflächliches Wachstum der Baumwurzeln zur Folge. Dem Forstmann ist sie daher kein willkommener Gast. Die in manchen Gegenden sehr schwunghaft betriebene Nutzung der schmackhaften und zu mancher technischen Verwendung (Heidelbeerwein) brauchbaren Beeren verdient aber vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt aus gewürdigt zu werden.

b) V. Vitis idaea L. Gemeine Preißel- oder Kronsbeere.

Wintergrüner, 10—20 cm hoher Kleinstrauch, der ungefähr die Verbreitung der Heidelbeere besitzt und auf lockeren, sandigen, aber feuchten Böden, namentlich in höheren, kühlen Lagen (Gebirgswälder) oft massenhaft auftritt und ganze Bergrücken überzieht. Bildet ebenfalls Rohhumus, der weniger locker als der Heidelbeerhumus, oft sogar torfartig dicht und deshalb noch schädlicher ist als jener. Das Sammeln der Beeren schafft gleichfalls reichen Verdienst (Siegen, Fichtelgebirge, Thüringer Wald usw.).

Das Feuchtigkeitsbedürfnis der Preißelbeere ist etwas größer als das der Heidelbeere. Man findet sie häufig auf Grauwacke, Tonschiefer usw. (Sauerland). Mangelnde Bodenfrische (Grauwackensandstein) wird oft durch höhere Luftfeuchtigkeit paralisiert. Im nordöstlichen Deutschland tritt sie auch massenhaft in den Waldungen der Ebene auf.

c) V. uliginosum L. Sumpf-Heidelbeere, Rauschbeere, Trunkelbeere.

In moorigen Wäldern, steigt ziemlich hoch, mehr im nordöstlichen Deutschland heimisch. Die anfangs rötlich-, später blauschwarzen Beeren sind stark bereift, innen weißlich mit farblosem Saft. Meist nur einzelstehend als 0,2—0,6 m hoher Busch im Freistande wachsend.

d) V. Oxycoccos L. Gemeine Moosbeere.

Kriechender, 0,2—0,4 m hoher, immergrüner Strauch, hauptsächlich auf Torfböden, vereinzelt an nassen Orten und in Sümpfen.

---

1) Thiersch: Forstl. Bl. 5. H. 1863, 82. — Wiese: Allg. F. u. J.-Ztg. 1874, 171. — Fürst: das. 1875, 155. — König: Forstl. Bl. N. F. 1888, 309.

In forstlicher Beziehung spielen nur die beiden ersten Arten eine Rolle, indem ein dichter Heidel- oder Preißelbeerfilz die natürliche Ansamung verhindert und die Bodenbearbeitung sehr erschwert.

Bekämpfung: Ausreißen oder Aushacken der Kräuter. Stellenweises Abplaggen des Filzes (an den Pflanzstellen), wobei die den Plaggen anhängenden Humusteilchen möglichst abzuklopfen sind.

Zusatz.

Ähnlich wie die Vaccinien wirken Empetrum nigrum L., Krähenbeere, und Arctostaphylos Uva ursi Spr., Bärentraube, beide der Hochmoorflora angehörend, auf den Boden ein, sind aber forstlich bedeutungslos.

4. Sarothamnus scoparius Koch = S. vulgaris Wimm.
Besenpfrieme, Besenstrauch.[1]

Dieser immergrüne Strauch liebt tiefgründigen, kräftigen, lockeren, lehmigen Sand- oder sandigen Lehmboden, vollen Lichtgenuß und sonnigwarme Lagen, gedeiht aber auch auf ärmeren, sandigen Böden, Geröllpartien und dgl. Er ist durch fast ganz Europa verbreitet, bewohnt aber seiner Empfindlichkeit gegen Winterkälte wegen nur die Ebene und die Vorberge. Im Gebiete der Buntsandsteinformation (Odenwald[2]), Schwarzwald), der Grauwacke und des Tonschiefers (bei Laasphe, Siegen usw.), sowie auf eisenschüssigem, von Lehmschichten unterbrochenem Diluvialsand (Lehrforstrevier Eberswalde), auf Granit (Weilertal im Elsaß) usw. tritt er oft massenhaft auf den Kahlschlägen auf und erreicht unter günstigen Umständen 2 m Höhe (und darüber).

Der hartschalige Same erhält sich unter einer 5—6 cm starken Erddecke viele Jahre lang keimfähig im Boden. Völlig unter Wasser liegen die meisten Körner sogar Jahrzehnte lang, ohne ihre Keimkraft einzubüßen. Durch ein über den Boden laufendes Feuer hingegen wird manches Samenkorn zum Keimen befähigt.[3]) In den Haubergen wirkt wohl auch die Asche zermürbend auf den Samen.[4])

Infolge des Korrosionsvermögens ihrer tiefgehenden (bis 1 m langen) Wurzeln trägt die Besenpfrieme wesentlich zur Bildung von Erdkrume bei. Bei vereinzeltem Auftreten schadet sie überhaupt nicht, sondern beeinflußt die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften in günstiger Weise. Sie schützt dann frostempfindliche Holzarten, hält Sonne und Wind vom Boden ab und bereichert diesen sowohl durch ihre Abfälle wie auch durch das Stickstoffsammelvermögen ihrer Wurzelknöllchen („Amme" der Fichte, Reuß[5])). Auf freien, dem vollen Lichtgenusse ausgesetzten Abtriebsflächen entwickelt sie sich aber leicht zu einem fast undurchdringlichen Dickicht, in welchem Falle die forstlichen Kulturpflanzen in ihrem Wachstume stark beeinträchtigt oder sogar vollständig unterdrückt werden. Besonders nachteilig wird sie allen Lichtholzarten, vor allem der Kiefer und Lärche (Saaten), dann beiden Eichenarten. Buche, Hornbaum und Fichte arbeiten sich meist hindurch.

---

1) Im Volksmunde heißt die Besenpfrieme vorwiegend Ginster, an manchen Orten auch Hasenkraut, Rehheide oder Brahm.

2) Ihrig: Allg. F. u. J.-Ztg. 1861, 5. — 3) Bg.: Forstl. Bl. N. F. 1890, 91. — E.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1906, 234. — 4) Gilbert, H.: Forstl. Bl. N. F. 1891, 196. — 5) Weißkirchener forstl. Hefte, II. 1903, 117. — Hornschu, Forstw. Zbl. 1904, 429. — Philippi: Österr. F.-Ztg. 1906, 45.

Sobald sich die Kultur schließt, stirbt die Besenpfrieme, ihrem Lichtpflanzencharakter gemäß, ab. Ihre Lebensdauer scheint überhaupt beschränkt zu sein. Die Wurzel treibt keine Ausläufer und geht nach kaum mehr als 12 Jahren zugrunde.[1])

Neben den oben genannten forstlichen Vorzügen hat die Besenpfrieme namentlich in jagdlicher Hinsicht Bedeutung; sie bietet dem Reh und Hasen eine gern angenommene Winteräsung und eignet sich vorzüglich zur Herstellung von Remisen für alles Niederwild.

Bekämpfung: Vorbeugend wirkt **Verjüngung unter Schirm.**

Als **Vertilgungsmaßregeln** kommen in Betracht:

1. Eintrieb von Schafen (Heideschnucken) zur Blütezeit der Pfrieme oder wenigstens noch vor der Fruchtreife, um die Weiterverbreitung durch Samen zu hindern.

2. Aussicheln, Ausreißen, Ausschneiden (Einstutzen), Abhauen, Aushacken oder Ausroden.

Das Ausreißen mit der Hand ist nur bei jungen (1—3jährigen) Pflanzen und bei feuchtem Wetter ausführbar.

Das Aushacken muß möglichst tief am Wurzelstocke geschehen.

Der Abhieb mit Standhauer, Heppe usw. oder das Abschneiden mit der Heckenschere in etwa 0,5 m Höhe über dem Boden wird am besten zur Blütezeit ausgeführt. Das Köpfen empfiehlt sich unter Umständen mehr als das Abhacken am Boden, weil die geköpften Stengel oben nicht erheblich ausschlagen.

Das Aussicheln setzt voraus, daß die Stengel der Besenpfrieme noch nicht verholzt sind.

Alle diese Vertilgungsmittel wirken aber wegen des Ausschlagvermögens der Pfrieme nicht radikal, sondern helfen nur einige Jahre. Sie sind überdies kostspielig und auf umfangreichen Kulturflächen bei Arbeitermangel gar nicht ausführbar. Durch die mannigfaltige Verwendung, welche die Besenpfrieme als Futter-, Streu-, Brenn-[2]) und Flechtmaterial (Besen, Zäune), ferner als Deck- und Schutzmittel (für Dächer, Saat- und Pflanzenkämpe) findet, kann aber zuweilen ein Teil des für die Vertilgung notwendigen Aufwandes gedeckt werden.

3. Einführung des **Waldfeldbaues.**

Sehr günstige Erfahrungen hiermit sind seit 1879 im Revier Eberswalde (Schutzbezirk Tiefensee) gemacht worden.[3])

4. **Abbrennen** auf holzleeren Flächen im Frühjahr vor dem Austreiben der Blättchen.

5. Gattung Rubus.

Die durch Abscheidung zahlreicher Arten und Unterarten schwer übersehbar gewordene Gattung Rubus umfaßt Halbsträucher mit ausdauerndem Wurzelstock. Die forstlich beachtenswerten Arten sind Halbschattenpflanzen. Sie beanspruchen kräftige, humose Böden und stellen sich hier nach stärkeren Lichtungen, auf Windbruchlöchern in Verjüngungsschlägen usw. ein.

Forstlich beachtenswert sind:

R. Idaeus L. **Himbeere.** Durch ganz Europa verbreitet, sowohl in der Ebene als im Gebirge, besonders üppig auf kräftigen, steinigen, frischen Böden; Nässe ist ihr zuwider. Sie ist eine Humuspflanze, deren üppiges Gedeihen mit dem Verschwinden des Humus nicht selten wieder aufhört. Rasche Vermehrung durch reichliche Wurzelsprossenbildung.

R. fruticosus L. **Brombeere.** Auf frischen Böden und in feuchten Lagen oft ganze Flächen überziehend; bildet ebenfalls alljährlich neue lange Wurzelschößlinge.

---

1) Kannegießer, Fr.: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1906, 276. — 2) Forstw. Zbl. 1888, 188. — 3) Runnebaum: Ztschr f. F. u. Jw. 1890, 641.

Schaden: Beide Sträucher schaden den Holzpflanzen durch Verdämmung und Niederdrücken der jungen Holzpflanzen. Die langen Schößlinge legen sich über diese, ziehen sie nieder und halten sie, namentlich im Winter unter Mitwirkung des Schnees, oft lange gefangen, daß sie sich bisweilen nur schwer wieder erheben.

In gleicher Weise schaden sämtliche anderen Rubusarten, wenn sie z. B. an den Rändern der Kulturen und Feldhölzer (R. caesius L., dumetorum Wh.) oder in felsigen Gebirgswaldungen (R. saxatilis L.) herrschend auftreten.

Bekämpfung: Dunkle Schlagstellung und Eintrieb von Weidevieh wirken vorbeugend, verhindern wenigstens das Überhandnehmen der lästigen Sträucher.

Die Freistellung überwucherter Pflanzen erfolgt am besten durch Niedertreten[1]) der Ranken in der Umgebung der zu schützenden Holzarten und Zerreißen der überlagernden Stränge mittels der Hacke, nicht durch Ausschneiden, weil dieses nur vermehrten Ausschlag zur Folge hat. Die gedrückten Pflänzchen sind aufzurichten und ihre Ästchen über den Ranken auszubreiten. Sorgfältige Ausführung dieser Maßregel im Frühsommer nach Entwicklung der neuen Ranken erspart größere Aufwendungen vor Eintritt des Winters.

Bei Himbeere kann auch das Ausschneiden der Ranken empfehlenswert sein. Ihr Laub ist getrocknet zur Winterfütterung von Vieh und Wild (Reh) gut verwendbar.

6. Gramineae L.
Gräser.[2])

Die bei der Zusammensetzung der Bodendecke des Waldes in großer Artenanzahl und weiter Verbreitung beteiligten Gräser sind mehr oder weniger forstschädlich. Man pflegt sie nach Art und Standort bzw. ihrem vom Standort beeinflußten Habitus in die beiden Gruppen Hain- oder Waldgräser und Anger- oder Hungergräser zu trennen.

Unter dem Sammelnamen Haingräser werden die breitblättrigen, saftigen Grasarten zusammengefaßt, die mehr auf tiefgründigen, frischen, kräftigen Böden vorkommen. Wenn sie als dichte Bodendecken auftreten, werden sie durch ihr hohes Wasser- und Nährstoffbedürfnis, durch Verdämmung, Bodendurchwurzelung und Steigerung der Frostgefahr zu störenden Mitbewerbern und vermögen dann die Entwickelung der Holzpflanzen vorübergehend, zumeist aber nicht dauernd zu beeinträchtigen. Man spricht beim Vorherrschen der Waldgräser von „Vergrasung" des Bodens.

Hierher gehören:

Aira caespitosa L. = Deschampsia caespitosa P. B. Rasenschmiele;
Milium effusum L., gem. Flatter- oder Hirsengras;
Holcus lanatus L., wolliges Honiggras;
Festuca gigantea Villars, Riesenschwingel;
Poa nemoralis L., Hainrispelgras;
Melica nutans L., nickendes Perlgras;
Molinia coerulea Mnch., Blaugras;
Triticum repens L., Quecke;
die Calamagrostis-, Brachypodium-Arten u. a.

---

1) Ney: Forstw. Zbl. 1880, 616. — 2) Krohn: Forstl. Bl. 1. H. 1861, 133.

In den Kulturen werden zumeist nur die vielfach in dicken Bülten auftretenden Calamagrostis-Arten, ferner Aira caespitosa durch hohen Wuchs, Verdämmen und Überlagern im Winter schädlich. Auf etwas moorigen, in Hochmoor sich umwandelnden Humusböden entwickelt sich ferner das Blaugras (Molinia coerulea Mnch.) bisweilen in störender Weise.

Quecke (Triticum repens L.) und Honiggras (Holcus lanatus L.) werden mehr in den Pflanzenerziehungsstätten, hin und wieder auch auf Saatstreifen und Pflanzplatten durch das dichte Geflecht ihrer weitkriechenden Rhizome und durch ihre zahlreichen kräftigen Ausläufer lästig.

Als Angergräser bezeichnet man die auf trockenen Böden vorkommenden, hell- oder gelblich-grünen Gräser mit schmalen, bei trockenem Wetter sich zusammenrollenden Blättern.

Sie sind weit schlimmere Feinde des Forstmannes als die obengenanten Haingräser, weil ihre zahlreichen, feinfaserigen Wurzeln den Boden dicht durchziehen und ihn vollständig zu verfilzen vermögen. Sowohl dadurch, wie durch Austrocknung des Bodens und Erhöhung der Frostgefahr werden die Angergräser in vielen Fällen die Ursache jahrelangen Kümmerns der Holzpflanzen. Bei herrschendem Auftreten der hierher gehörigen Grasarten hat man es mit „Verangerung" des Bodens zu tun.

Die häufigsten Angergräser sind:

Die Agrostis-Arten, Windhalm, namentlich A. vulgaris With. und A. stolonifera Koch = alba L.;

Aira flexuosa L., geschlängelte Schmiele;

Aira (Weingaertneria) canescens Bernh., Sandbunke;

Festuca ovina L., Schafschwingel;

Nardus stricta L., steifes Borstengras.

Den Angergräsern ist die obengenannte Schädlichkeit in um so höherem Maße gemeinsam, je länger ihnen der zur wuchernden Ausbreitung notwendige volle Lichtgenuß zur Verfügung steht. Durch starke Wurzelverfilzung des Bodens zeichnet sich dann namentlich das die trockenen Rohhumusschichten der ärmsten Böden bewohnende Borstengras aus.

Gleichgültig, ob aus Wald- oder Angergräser bestehend, verhindert eine dichte Grasdecke weiterhin die natürliche Ansamung, verteuert den künstlichen Anbau und steigert den Mäuse- und Insektenschaden.

Mit Ausnahme einiger auf feuchtem Mullboden schattiger Laubholzbestände wachsender Haingräser (Milium, Melica) sind alle anderen Gräser Schlagpflanzen und finden als solche in erster Linie auf den Schlagflächen und Kulturen des Kahlschlagbetriebes die Bedingungen zur Entwicklung dichter, forstschädlich werdender Bodendecken erfüllt. Auf frischen Laubholzböden laufen aber auch die älteren Bestände, Verjüngungsschläge und alle lückigen und durchbrochenen Orte Gefahr, zu vergrasen.

Bekämpfung: Vorbeugend wirken die oben S. 139 angeführten Gegenmittel.

Als Abstellungsmaßregeln kommen in Betracht:

Eintrieb von Weidevieh, Abschneiden, Absicheln, Abmähen oder Abplaggen. Behufs Beschränkung des weiteren Umsichgreifens der schädlichen Gräser muß die Entfernung vor oder doch wenigstens während, nicht erst nach der Blütezeit geschehen. Bei einem sehr mächtigen Grasfilze leistet der Bodenumbruch mit der Hacke oder

10*

dem Pflug und die vorübergehende Benutzung des Geländes zu landwirtschaftlichen Zwecken (Kartoffelbau) vortreffliche Dienste.

Die Verwendung der Gräser als Fütterungs-, Streu- oder Dungmaterial kann unter Umständen das Ausschneiden rentabel machen oder wenigstens die Gewinnungskosten decken (vgl. hierzu S. 25 über Grasnutzung).

7. Musci.

Laubmoose.[1])

Die Laubmoose sind Bewohner des Nadelwaldes und werden, mit Ausnahme der Torf- und Graumoose, ihrer vielfach günstigen Eigenschaften wegen von den Forstleuten im allgemeinen weniger als Unkräuter als vielmehr als Gewächse betrachtet, die der Wasserwirtschaft im Walde und der Bodenpflege wertvolle Dienste leisten. Soweit es sich um die stark verästelten, im allgemeinen aber lockeren und dem Boden nur lose aufliegenden Astmoose (Hypneen: Hypnum, Hylocomium, Thuidium) handelt, dürfte die günstige Einwirkung der Moosdecke auf den Boden im wesentlichen auch zutreffen. Aber auch bei den Astmoosen schwindet der waldbauliche Wert, sobald die Moospolster dicht und hoch werden. Wie jede andere Moosdecke bilden die den Boden überziehenden Astmoose dann für die natürliche Verjüngung ein ernstliches Hindernis.

Als weniger einwandsfrei werden die Haftmoose (Polytrichiaceen: Polytrichum, Dicranum, Mnium, Funaria, Ceratodon usw.) angesehen. Sie siedeln sich hauptsächlich auf dichten, verhärteten Böden mit wechselndem Wassergehalt an und entnehmen diesen mit Hilfe ihrer starken, in den Boden eindringenden Wurzelhaare (Rhizoiden) einen Teil ihres Wasserbedarfes. Inwieweit es berechtigt ist, sie deshalb als ein Merkmal von Bodenrückgang zu bezeichnen, entzieht sich zunächst noch unserer Kenntnis. Sicher ist, daß sie bei stärkerer Entwicklung ihrer Polster die natürliche Ansamung mindestens ebenso ungünstig beeinflussen als die Astmoose.

Der forstliche Wert der Ast- und Haftmoose richtet sich überhaupt weniger nach der Moosart als vielmehr nach der Art und Weise ihres jeweiligen Auftretens und wird im Einzelfalle noch von den Standortsverhältnissen beeinflußt.

Dichten Moospolstern haften neben dem Übelstand, daß sie den Keimlingen das Eindringen in den mineralischen Boden erschweren, die weiteren Nachteile an, daß sie selbst teils durch Verdunstung, teils durch Aufsaugen viel Wasser verbrauchen und den Wurzeln der Holzpflanzen vorenthalten. Sie führen außerdem einen stärkeren Wärmeentzug herbei als die normale Streudecke und werden, wie die unter ihnen liegenden Trockentorfschichten zeigen, schließlich auch durch Bildung von Rohhumus in wechselndem Maße schädlich.

Bekämpfung: Beseitigung dichter Moospolster durch Streubedürftige mit Hilfe von Rechen.

Bestäubung bzw. Bespritzung mit Chemikalien.

Nach den im Revier Gahrenberg bei Münden ausgeführten vergleichenden Versuchen[2]) scheinen Kainit und Eisenvitriol als Ätzmittel zur Vernichtung störender Polytrichum-Polster wirksam und unter Berücksichtigung des Kostenpunktes anwendbar zu sein.

Die Kosten stellten sich bei Kainit bei Verwendung von 20 dz auf 80 Mk. für 1 ha, bei Eisenvitriol bei Verwendung der gleichen Menge auf 80 M.

---

1) Vgl. Roth, Gg.: Die europäischen Laubmoose. 2 Bde. Lpzg. 1904/5. — Zederbauer: Zbl. f. d. ges. Fw. 1906, 165. — Hamm: Forstw. Zbl. 1906, 611. — 2) Busse, Jul.: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1911, 552.

8. Filices.

Farnkräuter.

Die Mehrzahl der häufiger im Walde vorkommenden Farne (Aspidium Filix mas Sev., Athyrium Filix femina Roth, Polypodium vulgare L., Phegopteris-Arten) bevorzugt feuchte, steinige Orte. Ihr Auftreten zeigt einerseits kräftigen, humosen, kalireichen Boden, andererseits beginnende Bestandesauslichtung an.

Die forstliche Bedeutung dieser Farnarten ist gering, obgleich sie durch Rohhumusbildung und Durchwurzelung des Bodens den bodenpfleglichen Wünschen des Wirtschafters entgegenwirken.

Gegenmaßregeln macht hier und da nur der Adlerfarn (Pteris aquilina) notwendig. Er ist der Farn der trockneren, sandigen Böden und verheideten Wälder und überzieht hier sowohl ganze Kulturen, wie den Boden lichtgewordener Althölzer.

Er schadet ebenfalls durch Rohhumusbildung und Entwicklung bodenverwurzelnder Rhizome, namentlich aber durch seine im Sommer schattenden und vielfach schützend wirkenden 0,5—1,5 m hohen Wedel. Auf den bei üppigem Auftreten des Adlerfarn vollständig überwucherten Kulturen legen sich die im Herbst umbrechenden trocken gewordenen Farnwedel oft als dicke Lagen über die Pflanzen. Diese Blattpolster halten sich dauernd naß, lassen nur wenig Luft durch und verwesen in der Regel erst im Frühsommer des nächsten Jahres. Besonders Lichthölzern (Kiefer, Lärche) gegenüber macht sich die verdämmende Wirkung einer dichten Adlerfarndecke bemerkbar; die ein halbes Jahr hindurch überlagerten Pflanzen gehen häufig ein.

Bekämpfung: 1. Abschneiden der Wedel im Herbst.

Wo das Abschneiden vom Streubedürftigen gegen Überlassung des Materiales besorgt wird, ist diese Maßnahme hinreichend. Muß jedoch der Wirtschafter die Kosten des Ausschneidens tragen, so ist das Verfahren seiner nur vorübergehenden Schutzwirkung halber weniger empfehlenswert.

2. Köpfen der im Vorsommer hoch aufschießenden, mit dem spiralig aufgerollten, pfotenförmigen Wedel gekrönten Stengel, ehe die Blätter sich entfalten. In dieser Zeit ist der Stengel leicht brüchig. Ein schwacher Schlag mit einem dünnen Stocke reicht hin, den Stengel zu durchschlagen.[1])

Die nach einigen Wochen vom Rhizom neugebildeten, meist schon spärlicheren und weniger kräftigen Wedel sind auf gleiche Weise unschädlich zu machen. Der Wurzelstock wird auf diese Weise ausgehungert und kann infolge Mangels von Reservestoffen im darauffolgenden Frühjahr nur schwächliche Wedel treiben. Verhindert man auch dann wieder die Ausbildung von Assimilationsorganen durch rechtzeitige Wiederholung des Köpfens, so stirbt der Wurzelstock schließlich ab.

9. Durch Verdämmung usw. gelegentlich schädlich werdende Gewächse.

Neben den unter 1—8 genannten durch die Häufigkeit ihres Vorkommens und durch die Neigung zu herrschendem Auftreten gewissermaßen mit ständigem Unkrautcharakter ausgestatteten Gewächsen (obligatorische Forstunkräuter) gibt es noch eine große Reihe andere teils holzige, teils krautartige Pflanzen, deren Erscheinen auf dem Kulturlande des Forstwirtes nur hier und da Beeinträchtigungen des vom Wirtschafter verfolgten Zweckes veranlaßt. Wir können die zahlreichen hierher gehörigen, zumeist nicht rein, sondern mit und nebeneinander auftretenden Gewächse als gelegentliche (fakultative) Forstunkräuter bezeichnen.

1) Rey: Forstw. Zbl. 1880, 616.

Zu ihnen sind, nach den Lichtansprüchen geordnet, die teilweise schon oben (vgl. S. 132) genannten Gattungen und Arten zu zählen:

a) Licht- oder Schlagpflanzen: Betula, Populus tremula L., Salix Caprea L., cinerea L., aurita L., repens L., Sorbus aucuparia Gaertn. (im Gebirge), Sambucus racemosa L., Genista, Rosa — Hypericum, Galeopsis, Epilobium angustifolium L., Senecio viscosus L., silvaticus L., Rumex acetosella L., Fragaria vesca L., Digitalis purpurea L., Atropa belladonna L., Hieracium pilosella L., Verbascum, Urtica, Luzula.

b) Halbschattenpflanzen: Evonymus, Prunus spinosa L., Crataegus, Ribes, Sambucus nigra L., ebulus L., Viburnum, Lonicera nigra,L., xylosteum L., Ligustrum, Corylus — Senecio Fuchsii Gmel., nemorensis L., Circaea lutetiana L., Stachys silvatica, Impatiens noli tangere L.

c) Schattenpflanzen: Rhamnus, Cornus sanguinea L., Ilex Aquifolium L., Juniperus — Convallaria majalis L., Majanthemum bifolium Schmidt, Mercurialis perennis L., Oxalis acetosella L., Allium ursinum L.

Wirtschaftlich am beachtenswertesten sind unter den genannten Gewächsen die durch Samenanflug oder als Stockausschlag sich leicht einfindenden Laubsträucher (Prunus, Rhamnus, Crataegus, Cornus, Sambucus usw.) und ganz besonders die sog. Weich- oder Unhölzer (Birke, Aspe, Eberesche usw.). Anspruchlosigkeit, Raschwüchsigkeit und verhältnismäßig rasches Längenwachstum machen sie zumal auf den schlechteren Standorten und in den Nadelholzkulturen oft zu unangenehmen Mitbewerbern für die Wirtschaftsholzart. Sie nehmen leicht Boden und oberirdischen Wachsraum ungebührlich in Anspruch und schaden hin und wieder auch durch Abpeitschen der Knospen und Nadeln an den Trieben.

Andererseits ist aber der wohltätige Schutz, den die Weichhölzer der Hauptholzart gegen Frost, austrocknende Luftbewegung und Sonne zu gewähren vermögen, durchaus nicht zu unterschätzen. Das hier und da übliche frühzeitige und radikale Vorgehen gegen die eingesprengten Sträucher und Weichhölzer stellt sich deshalb oft genug als eine voreilige, den waldbaulichen Interessen direkt zuwiderlaufende Maßregel heraus. Bei der Entscheidung der Bekämpfungsfrage der zum Unkraut werdenden Unhölzer sind die Vorzüge derselben, u. a. auch ihr Wert für die Wildpflege, nicht zu vernachlässigen, sondern müssen mit den bisweilen nicht unerheblichen Kosten der Vertilgung dem im Einzelfall zu erwartenden Schaden gegenübergestellt werden.

Bekämpfung: Siehe die S. 139 angeführten allgemeinen Vorbeugungs- und Vertilgungsmaßregeln.

Ein lästiger Überzug von Holzpflanzen läßt sich durch rechtzeitige, nach Bedarf zu wiederholende Ausjätungen (Reinigungs-, Läuterungshiebe) beseitigen.

Die hierzu nötigen Werkzeuge sind: Schere, Heppe, Axt, Säge und Hacke. Die betreffenden Maßnahmen bestehen — je nach der Wahl des Werkzeuges — im Ausschneiden, Aushieb, Absägen oder Ausroden.

Bei manchen Holzarten genügt schon Niedertreten oder Zerreißen mit der Hacke. Einzelne sich vordrängende Klein- oder Großsträucher (Weichhölzer) hält man durch Zurückschneiden, Entästen oder Köpfen im Zaume. Auch Ringeln am Wurzelstock oder Ersticken durch Bedecken der Stöcke mit Erde oder Rasenplaggen sind als Vertilgungsmittel zu nennen.

Der Abhieb, unter Belassung hoher Stöcke, geschieht am besten zur vollen Saftzeit (Juli), weil dann die Reproduktion der Laubsträucher am geringsten ist. Auch das teilweise Entrinden am unteren Ende muß in der Saftzeit geschehen. Im zweiten Jahre treiben dann die Stämmchen schon schwächer, und das Laub ist kümmerlich; im dritten Jahre sterben sie meist ganz ab.

Ein Teil der vorstehend angeführten krautartigen Gewächse wird in den **Pflanzenerziehungsstätten** beim Auftreten auf den Pflanz- und Saatbeeten in ähnlicher Weise, aber in meist verstärktem Maße, durch Verdämmung und Bodenverwurzelung schädlich wie auf den Freikulturen.

Vorbeugend wirkt hier richtige Platzwahl (Vermeidung ehemaligen Feldbodens, der Feldnähe und der Nähe großer verunkrauteter Flächen usw.), Deckung der Zwischenräume auf den Beeten mit Moos, Laub, Brettchen und dgl., Vermeidung zu starker Kalidüngung und Vorsicht bei der Verwendung von Kompostdünger.

Die **Bekämpfung** geschieht durch **Ausjäten**, das je nach Bedarf mehrmals im Jahre zu wiederholen ist.

Um die teilweise sehr widerstandsfähigen Unkrautsamen nicht mit dem Kompostdünger wieder auf die Beete zu bekommen, empfiehlt es sich, die ausgejäteten Unkräuter zu verbrennen und die Asche dem Komposthaufen einzuverleiben. Nicht zu dulden ist auch eine bisweilen auf dem Komposthaufen selbst entstehende Unkrautflora, deren Samen sonst unmittelbar mit in die Düngererde geraten.

B. Durch Herbeiführung von Vernassung und Erhöhung der Frostgefahr schadende Gewächse.

1. Sauergräser und Simsen.

Auf sauren Böden mit stagnierender Nässe findet sich, sobald der beanspruchte volle Lichtgenuß vorhanden ist, zumeist eine aus torfbildenden Sauergräsern und Simsen zusammengesetzte Pflanzengenossenschaft ein. Unausbleibliche Folgen ihres stärkeren Auftretens sind Verwurzelung und oberflächliche Verschließung des Bodens, Erhöhung der Frostschäden und allmähliche Herbeiführung einer jede Holzkultur unmöglich machenden Versumpfung. Letztere wird um so nachhaltiger und geht um so schneller in Hochmoor über, je mehr die Torfmoose von der von ihren Vorläufern vorbereiteten Fläche Besitz ergreifen.

Als Glieder der vernassenden Nieder(Wiesen-)moor-Flora sind zu nennen:

Riedgräser: Gattung Carex mit ihren zahlreichen Arten. Im Walde treten namentlich auf C. brizoides L., vulgaris Fries, pallescens L., muricata L., panicea L., canescens L. u. a.

Wollgräser: Eriophorum polystachyum L., vaginatum L., latifolium L.

Binsen: Scirpus silvaticus L., caespitosus L.

Simsen: Juncus conglomeratus L., effusus L., silvaticus Reichard, squarrosus L., lamprocarpus Ehrh. u. a.

Auf den trockneren mit Rohhumus überlagerten Stellen tritt vielfach noch das schon oben erwähnte Borstengras (Nardus stricta L.) hinzu.

Bekämpfung: Entwässerung der vernaßten Partien, Aufbringen von Kalk, direkte Entfernung der Sauergräser usw. durch Ausschneiden oder Bodenbearbeitung.

Ausschneiden kommt namentlich bei Carex brizoides L. in Frage, weil das Gras vielfach (z. B. im badischen Rheintale) im getrockneten Zustande als Surrogat für Roßhaare zu Polsterungen verwendet wird.

2. Torfmoose

Wie die Graumoose (Leucobryum-Arten) kommen die Torf- oder Weißmoose (Sphagnum-Arten) nur auf sehr nährstoffarmen und Rohhumusböden vor. Sie bilden hier, namentlich in feuchtkalten Lagen, dichte Überzüge, verlangen aber — im

Gegensatz zu den obengenannten Ast- und Haftmoosen — zu üppigem Gedeihen volles Licht. Sie sind die schädlichsten Moose, tragen wesentlich bei zur Versumpfung und Torfbildung und unterbinden auf den von ihnen eingenommenen Flächen die Fortführung jeder auf Erzeugung forstlicher Werte gerichteten Wirtschaft.

Die häufigsten Torfmoosarten sind: Sphagnum acutifolium Russ., cymbifolium Ehrh., squarrosum Pers., cuspidatum Ehrh., imbricatum Russ. u. a.

Bekämpfung: wie bei den vorigen. Neben der Beseitigung der Rohhumusschichten sind mechanische Durcharbeitung des Bodens und Düngung mit Kalk, Kalisalzen und Thomasphosphat die wirksamsten Gegenmittel. Lösungen nur geringer Mengen von kohlensaurem Kalk werden den Torfmoosen schädlich.[1])

C. Durch Klettern, Überlagern und Herbeiführung von Stammverunstaltungen schadende Gewächse.

1. Clematis vitalba L.

Gemeine Waldrebe.

Ein durch ganz Deutschland verbreiteter, vorzugsweise im Berglande heimischer, bis 7 m hoher Halbschattenstrauch, welcher an Bäumen, Gebüsch, Felsen usw. emporklettert. Die Ranken schlagen, wo sie dem Boden aufliegen, gern Wurzeln. Bei starkem Auftreten kann die Waldrebe den Holzfällungsbetrieb belästigen.

In den Auwäldern der Donau ist die Waldrebe eins der schädlichsten Forstunkräuter.

Bekämpfung: Tiefer Abschnitt oder Aushieb.

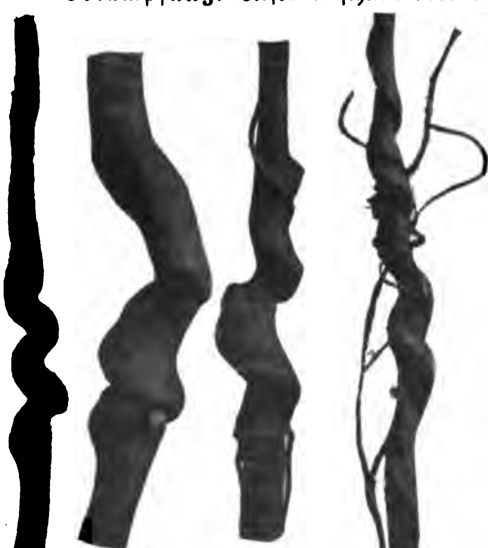


Abb. 35. Durch Lonicera periclymenum L. verunstaltete Buchenstangen.

2. Lonicera L.

Geißblatt.

L. periclymenum L. Deutsches Geißblatt. Höhe 2—3 m. Ein durch ganz Deutschland verbreiteter Schlingstrauch; an Hecken, Waldrändern und innerhalb des Waldes. Auf feuchtem Boden; mehr der Niederung als dem Gebirge angehörig. Halbschattenpflanze, welche namentlich jüngere Stämme schraubenförmig oft bis zu beträchtlicher Höhe umrankt und durch mechanischen Druck Einschnürungen bzw. bauchige, spiralig verlaufende Auftreibungen bewirkt (Abb. 35). Junge Stangen brechen mitunter an dadurch entstehenden dünnen Stellen bei Schneeauflagerung. In Ermangelung geeigneter Objekte zum Emporklettern überzieht das Geißblatt den Boden und krautartige Gewächse.

1) Paul, H.: Zur Kalkfeindlichkeitsfrage der Torfmoose. Berichte d. D. bot. Gesellsch. 1906, 148.

L. caprifolium L. Italienisches Geißblatt. Höhe 3—4,5 m. In Südeuropa zu Hause, aber schon in Süddeutschland einzeln wild vorkommend. Gleichfalls ein Schlingstrauch.

Bekämpfung (beider Arten): Möglichst baldiges Abschneiden am Boden, damit der Strauch trocken wird.

3. Convolvulus L.

C. arvensis L. Feld- oder Ackerwinde. ♃. Höhe 0,3—0,6 m. Hauptsächlich auf Rainen, in Feldern.

C. sepium L. Zaun- oder Heckenwinde. ♃. Höhe 1,5—3 m. In lebenden Hecken, Gebüschen, an Flußufern gemein.

Beide Arten sind weit verbreitet und werden in Saat- und Pflanzkämpen, hauptsächlich aber in Weidenanlagen[1]) durch Aussaugen des Bodens, Umschlingen und Niederziehen der Kulturgewächse oft recht lästig.

Bekämpfung: 1. Wiederholtes Abschneiden knapp am Boden.

Man beginnt mit dem Schnitte, wenn die Triebe etwa 5—10 cm hoch geworden sind, und wiederholt ihn, sobald neue Triebe zum Vorschein kommen. Das Abwickeln der Winden von den Pflanzen kann unterbleiben, da die durchschnittenen Triebe trocken werden und nicht mehr schaden. Die Arbeit ist in den ersten Jahren sehr mühsam, verringert sich aber vom zweiten, ev. dritten Jahr ab bedeutend.

2. Ausgraben und Verbrennen der Wurzelstöcke.

Das Ausgraben ist mit Schwierigkeiten verbunden, da die Wurzelstöcke über 50 cm in den Boden eindringen.

4. Humulus lupulus L.

Gemeiner oder wilder Hopfen.

Höhe bis 4 m. Klettert an feuchten Orten (in Niederungen) an den Holzpflanzen empor und zieht sie nieder.

In dem Drömling[2]), einem großen Sumpfwalde zwischen Helmstedt und Magdeburg, wächst der wilde Hopfen nicht selten 3—4 m hoch an den Bäumen empor und umschlingt die schwächlichen Stockausschläge auf den alten, fast meterhohen Wurzelstöcken (Wrieteln) der Roterle oft derart, daß sie dieser Umarmung unterliegen.

Auch in den Auwäldern an der Donau erreicht der Hopfen bedeutende Dimensionen.

Bekämpfung: Wiederholtes Abschneiden der Stengel tief am Boden oder (was besser ist) Ausroden.

D. Durch Überziehen von Boden und Baumrinden schädlich werdende Gewächse (Flechten).

In den nördlichen Gebieten, sowie in den Hochlagen der Gebirge bilden Krusten-, namentlich aber Strauchflechten oft auf großen Flächen den Bodenüberzug. In unseren Waldungen kommt das weniger häufig vor und bleibt auf einzelne Stellen armer Böden beschränkt. Gewöhnlich handelt es sich dann um eine Krustenflechte Baeomyces roseus Pers., die auf mageren Standorten (Heideböden) ihre grauweißen Lager ausbreitet oder um die häufigeren Strauchflechten: Cladonia furcata Hoffm., Cl. rangiferina Hoffm. (Renntierflechte), Stereocaulon-Arten usw.

---

1) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1879, X, 174. — 2) Alers: Allg. F. u. J.-Ztg. 1878, 190.

Der Einfluß, den ein geschlossener Flechtenüberzug auf den Boden ausübt, wird im allgemeinen günstig beurteilt. Man sieht in den Flechten einen Schutz des Bodens gegen gänzliche Vermagerung. Dem steht als Nachteil gegenüber, daß die Flechten einen wachsreichen, schwer zersetzlichen Humus (Stauberde) liefern.

Bedeutungsvoller werden die Flechten, z. T. auch Moose, die sich auf den Rinden lebender Bäume ansiedeln und oft Stamm und einen Teil der Äste vollständig einhüllen. Sie sind keine Schmarotzer, sondern dringen nur in die oberen, schon durch andere Umstände aufgelockerten und rissig gewordenen Peridermschichten[1]) ein. Lediglich von Wasser, Luft und Rindenmoder lebend, vermögen sie dem Baum einen direkten Schaden nicht zuzufügen. Wohl aber werden sie bei übermäßiger Ausbreitung indirekt nachteilig.[2])

Der Schaden besteht hauptsächlich darin, daß das Regenwasser durch den Flechtenüberzug lange festgehalten wird. Dieser Wasserüberschuß führt zur schnelleren Fäulnis der Rinde, unter Umständen auch, wie v. Tubeuf[3]) an Weymouthskiefer beobachtete, zur Ausbildung eines durch Zellvermehrung und Zellvergrößerung entstehenden Wuchergewebes, das eine Zerreißung des Periderms herbeiführen und die Bildung von Rindenbuckeln veranlassen kann. Es kommt hinzu, daß ein üppiger Flechtenüberzug den Zutritt des Sauerstoffs zu den Lentizellen der Rinde erschwert. Auf den von Flechten bevorzugten Standorten mit kümmerlichen Wuchsverhältnissen wirkt diese Beeinträchtigung der Atmung mit beim Absterben einzelner Äste oder Ersticken ganzer (jüngerer) Bäumchen. Weiterhin begünstigen die Flechtenpolster die Ansiedelung von allerhand forstschädlichen Insekten und können sogar die Schnee- und Duftbruchgefahr verstärken.

Unter den Waldbäumen sind Borkenbäume, wie Fichte, Lärche und Kiefer zum Anhaften von Flechten besonders geeignet. Mit dem Alter nimmt der Flechtenanhang gewöhnlich zu, weil rissige Borke das Anhaften begünstigt. Die Äste zeigen sich vielfach reichhaltiger hiermit bedeckt als der Schaft. Dichter Schluß befördert das Frischerhalten von Boden und Luft und somit die Weiterverbreitung der Flechten. In dumpfigen Lagen, Frostpartien[4]), auf ungünstigen Böden, und in Beständen, denen Licht und Luft fehlt und die infolge dieser oder anderer Ursachen im Wachstum erheblich stocken, findet man den Flechtenansatz immer am stärksten. An energisch wachsenden Bäumen vermögen die Flechten nicht die Rindenoberfläche zu überziehen, wohl aber dort, wo das Wachstum stagniert. Die Flechten werden hier in der Besitzergreifung des ganzen Rindenmantels nicht gestört. Daß das Zuwachsvermögen der Bäume bei der Ausbildung des Flechtenüberzuges eine große Rolle spielt, fand Zederbauer[5]) in den Versuchsbeständen der österreichischen Versuchsanstalt bestätigt. Je stärker durchforstet und je mehr durch Bewässerung der Zuwachs gesteigert wurde, um so weniger Flechten waren vorhanden.

Je nach Holzart und Lokalität wechselt die Häufigkeit der Flechtenarten. An Nadelhölzern findet man vorwiegend Parmelia physodes D. C. nnd Evernia furfuracea Fr. Laubhölzer werden besonders von Parmelia saxatilis und P. physodes, Ramalina, Platysma, Usnea u. a. besiedelt. Die Krusten- (Lecanora), Schüssel- (Parmelia) und Schildflechten (Peltigera) sind infolge des von ihnen auf der Rinde erzeugten dichten, krustenartigen Panzers schädlicher als die Bart- (Usnea) und Bandflechten (Evernia).

Wie nachteilig massenhafter Flechtenwuchs den Bäumen werden kann, hat namentlich H. Pawesch[6]) nachgewiesen. Die aus Fichten, Lärchen und Kiefern bestehende Bestockung

1) Lindau: Lichenologische Untersuchungen I. Dresden 1895. — 2) Wißmann: Allg. F. u. J. Ztg. 1872, 389. — Pawesch: Zbl. f. d. ges. Fw. 1889, 275. — Gyr: Prakt. Fw. f. d. Schw. 1899, 33. — 3) Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1906, 60. — 4) Graebner, P.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1909, 421. — 5) Zbl. f. d. ges. Fw. 1906, 174. — 6) A. a. O.

litt in einem feuchten Gebirgstale derart, daß durch 8 Flechtenarten fast die Hälfte der Bäume vorzeitig zum Absterben gebracht wurde.

Bekämpfung: Eine direkte Vertilgung der Flechten ist in der Forstwirtschaft vollkommen ausgeschlossen und wird im allgemeinen auf Baumschulen, Obstbäume und auf sonstige besonders wertvolle Holzarten und Einzelbäume beschränkt bleiben. Auf forstlichem Gebiete kann es sich nur darum handeln, dem Überhandnehmen der Flechten durch Schaffung von Luftzug, Lichtzufuhr (Durchforstung) und Anregung des Wachstums zu steuern.

Als Vertilgungsmittel kommen (in Obstgärten usw.) in Betracht:

Abkratzen der Borkenschuppen im Herbst oder Frühjahr mittels einer Baumscharre (Abb. 36) oder Abbürsten mittels einer Wurzel- oder Stahldrahtbürste[1]) (Abb. 37 und 38) und Bestreichen des gereinigten Baumteiles mit Kalkmilch. Man schützt sich dadurch nicht nur vor den ungünstigen Einflüssen des Flechtenansatzes, sondern vertilgt auch gleichzeitig zahlreiche Rindeninsekten.



Abb. 36. Baumscharre.

Abb. 37 Stahldrahtbürste für Äste und junge Stämme.

Abb. 38. Stahldrahtbaumbürste mit Stangenloch.

Anstreichen oder Anspritzen von Kupfervitriol-Kalklösung (Bordeauxbrühe), Teeröl, verdünnter Karbol- oder Oxalsäure usw.

Die Kupfervitriol-Kalklösung kann als starke und schwache gegeben werden. Die starke Lösung besteht aus 3 kg Kupfervitriol, 2 kg Kalk und 80 l Wasser und wird mit einem kräftigen Pinsel aufgetragen. Die schwache Lösung setzt sich zusammen aus 3 kg Kupfervitriol, 2 kg Kalk und 300 l Wasser; sie wird den Pflanzen mittels eines Zerstäubungsapparates zugeführt. Die Flechten färben sich binnen 2—3 Minuten ockergelb und sind nach längstens 3 Monaten vollständig vernichtet.

Teeröl wird nach Del Guercio[2]) zweckmäßig in einer etwa 5%igen Sodalösung mit 3—4% Teeröl verwendet. Stärkere 10%ige Teeröllösungen wirken auch als Insektizide, sind aber ihres schädlichen Einflusses auf die Knospen wegen nur im Winter anzuwenden.

Zweiter Abschnitt.

Schutz gegen Schmarotzergewächse und Pilze.

Im Gegensatz zu den im vorigen Abschnitt betrachteten Forstunkräutern werden viele pflanzliche Organismen den forstlichen Kulturgewächsen dadurch schädlich, daß sie sich auf ihnen ansiedeln, um von ihnen in mehr oder weniger weitgehender Weise Wasser, anorganische oder bereits vorgebildete organische Nährstoffe für den eigenen Lebensbedarf zu entnehmen. Man bezeichnet die auf diese Weise zu Erregern von Pflanzenkrankheiten werdenden Gewächse als Parasiten und unterscheidet zwischen phanerogamen Parasiten oder Schmarotzergewächsen und kryptogamen Parasiten oder Pilzen.

1) Altum: Ztschr. f. F. u. Jw. 1879, XI, 396. — 2) Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1903, 245.

I. Phanerogame Parasiten (Schmarotzergewächse).

Die Schmarotzergewächse sind zumeist Halbparasiten und bilden als solche den Übergang zu den ausschließlichen oder echten Parasiten. Sie sind überwiegend mit chlorophyllhaltigen Blättern ausgestattet und bereiten sich ihre Bildungsstoffe zum wesentlichen Teile selbst. Die hierzu nötigen Rohstoffe (Wasser und anorganische Nährstoffe) entnehmen sie mit ihren Wurzeln dem Boden oder der von ihnen befallenen Nährpflanze, ihrem Wirte. Ihre teilweise parasitäre Lebensweise kommt entweder (Loranthaceen) in der obengenannten Heranziehung der Wirtspflanze bei der Deckung des Wasser- und Nährsalzbedarfes oder (Rhinanthaceen) dadurch zum Ausdruck, daß sie mit einzelnen ihrer Wurzeln an den Wurzeln anderer phanerogamer Pflanzen haften. Mit Hilfe von Haustorien entziehen sie den Pflanzen, in deren Wurzelsystem sie eingedrungen sind, anorganische und organische Substanz.

Forstlich haben die auf die zuletzt erwähnte Weise parasitär sich betätigenden wenigen phanerogamen Pflanzen, die zu den Braunwurzgewächsen (Scrophulariaceae) gehörigen Rhinanthaceen, keine Bedeutung.

Im Walde kommen von ihnen nur Wachtelweizen (Melampyrum)-Arten und die Schuppenwurz, Lathraea Squamaria L., vor. Wie E. Heinricher[1]) nachgewiesen hat, ist Melampyrum pratense L. in seinem Parasitismus auf Mykorhizen bildende Nährpflanzen (Kupuliferen, Koniferen, Ericaceen) spezialisiert. In geringerem Maße sind die ebenfalls in Laub- bzw. Gebirgswäldern häufigen M. nemorosum L. und silvaticum L. auf Mykorhizenpflanzen angewiesen. Ebensowenig wie die Melampyrum-Arten verursacht die lediglich Holzgewächse (Erle, Buche, Hornbaum, Hasel) befallende Schuppenwurz irgendwelchen bemerkbaren Schaden.

Größere praktische Bedeutung kommt unter den phanerogamen Halbparasiten nur der auf Holzgewächsen lebenden und von diesen Wasser und Nährsalze beziehenden Familie der Loranthaceen zu.

Der bei uns häufige Vertreter dieser Familie ist:

1. Viscum album L.
Gemeine Mistel.[2])

Dieser zweihäufige, immergrüne 0,2—0,7 m hohe Kleinstrauch schmarotzt auf Laub- und Nadelhölzern und zwar vorzugsweise auf den Ästen, bisweilen aber auch am Schaft. Er blüht im zeitigen Frühjahr (Februar bis April) und reift seine weißen oder mehr gelblichen Beeren im Dezember. Die Beeren enthalten ein von sehr kle-

---

1) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1904, 411. — Vgl. auch das. 1900, 244 u. Pringsheims Jhrb. f. wiss. Botanik. Bd. XXXI, 77; XXXII, 389 (1898).

2) Zur Literatur: Beling: Allg. F. u. J.-Ztg. 1851, 194 u. 228; Forstl. Bl. N. F. 1873, 154; Thar. Jhrb. 1884, 147. — Nobbe: das. 1884, 1 u. 152. — Fischer: Forstl. Bl. 1873, 252. — Hartig, Rob.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1876, 321. — Schilling v. Cannstadt: Allg. F. u. J.-Ztg. 1882, 8 u. 41. — Männel: Forstl.-naturw. Ztschr. 1897, 60. — Maßgebende Untersuchungen sind in letzter Zeit von Hecke, Heinricher u. namentlich von v. Tubeuf veröffentlicht worden. Letzterer hat die Mistel zum Gegenstand sehr erfolgreicher geographischer und biologischer Beobachtungen gemacht; vgl. v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1906, 351; 1907, 321, 342, 355; 1908, 47, 141 561; 1910, 12; 1912, 138. — Heinricher, E.: das. 1907, 357; Zbl. f. Bakteriologie, Parasitenkde. u. Inf.-Krankh. 2. Abt. 31. Bd. 1911, 254. — Hecke: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1907, 210. — Bruck, W. Frdr.: Flugbl. Nr. 32 d. Biolog. Anstalt.

brigem Fruchtfleisch umgebenes ziemlich großes Samenkorn mit 1—2, selten 3 Keimen. Sie werden von allerhand Vögeln, namentlich von den Drosseln, in erster Linie von der Misteldrossel (Turdus viscivorus L.) gern angenommen. Durch bloßes Verschleppen, Abwetzen des Schnabels oder in den Exkrementen werden die Beeren bzw. Samen verbreitet. Das zähe, hauptsächlich als Anheftungsmittel für die Samen dienende Fruchtfleisch erleichtert das Hängenbleiben am geeigneten Orte. Die Existenz der Mistel ist an das Vorhandensein von Bäumen gebunden; auf den Boden gelangende Samen keimen nicht.

Die eigenartige Entwickelung der Mistel auf bzw. in ihren Wirten ist folgende:

Der im Frühjahr keimende Mistelsame scheidet an der Spitze des Keimwürzelchens eine klebrige Substanz aus. Sobald die Wurzelspitze hierdurch festklebt, verbreitert sie sich durch Kontaktreiz zu einer Haftscheibe, deren Gestalt auf glattem Periderm des Nähraſtes halbkugelförmig, auf unebenem Substrat aber durchaus unregelmäßig, gelappt oder geteilt ist. Aus der Haftscheibe tritt früher oder später die erste primäre Saugwurzel, die durch die Rinde radial bis zum Holzkörper, aber nicht weiter, vordringt. Sobald diese primäre Wurzel, der erste „Senker", in das Gewebe eingedrungen ist, ist das Fortleben des Mistelkeimlings gesichert. Wie v. Tubeuf[1]) neuerdings nachgewiesen hat, vermag sich der Mistelkeimling, ohne anzuwachsen, bis ins 3. Jahr hinein lebend zu erhalten.

Von der primären Saugwurzel zweigen sich an deren Basis Seitenwurzeln, die sog. „Rindenwurzeln" ab; sie wachsen in der jüngsten Rinde außerhalb der Kambialschicht und zwar besonders in der Längsrichtung des befallenen Zweiges langsam vorwärts. Ihr Verlauf ist nicht immer geradlinig, sondern oft — der Richtung der Holzfasern entsprechend — gewunden. Mitunter scheint sogar eine Gabelung der Rindenwurzeln vorzukommen. An der Unterseite der letzteren entwickeln sich — und zwar nur in der Nähe der Spitzen — kleine haustorienartige Organe, welche (wie die primäre Wurzel) bis zum Holzkörper vordringen und zu weiteren Senkern werden. Diese Senker bleiben lediglich in der Kambialregion wachstumsfähig und verlängern sich jedes Jahr entsprechend der Jahresringbreite nach außen. Auf diese Weise gelangt die Spitze des Senkers alljährlich tiefer in den Holzkörper des Tragastes hinein. Wenn man ein mit solchen Senkern versehenes Stück Holz betrachtet, so macht es den Anschein, als wenn der Senker aktiv in den Holzkörper eingedrungen wäre. Man hat es aber nur mit einem passiven Eindringen der Senker durch Umwachsen derselben seitens der umgebenden Holzschichten zu tun.


Abb 39. Junger Mistelbusch an Kiefer (phot. v. F. Reger).

An den älteren, allmählich dicker gewordenen Senkern geht schließlich auch der basale Teil in Dauergewebe über, was Absterben der Senker und krebsartige Verunstaltung des Tragastes an den Ansatzstellen der Mistelbüsche zur Folge hat.

Außerhalb der Rinde bildet die Mistel einen stark verästelten, mit dem Alter größer werdenden Busch mit scharf abgesetzten kurzen Stengelgliedern und gegenständigen, gelbgrünen, lederartigen Blättern (Abb. 39 u. 40). Verzweigungsweise des

1) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1912, 138.

Busches und Größe der Blätter werden vom Nährstoffreichtum des Wirtes wesentlich beeinflußt. An gut gedeihenden Misteln findet man bis 6 scheinbar quirlständige Verzweigungen, während Misteln auf schlecht nährenden Wirten rein dichotome Verzweigung und damit häufig verknüpft relative Kleinblättrigkeit aufweisen.



Abb. 40. Robinie mit alten Mistelbüschen (phot. von F. Reger).

Stirbt der Mistelbusch ab oder wird er entfernt, so entstehen an den Rindenwurzeln Adventivsprosse, die sich zu neuen Büschen entwickeln.

Die von der Mistel befallenen Baumteile schwellen an den Stellen, wo der Schmarotzer sitzt, stark an. Oft zeigt ein Stamm mehrere derartige knotige Auftreibungen bis zu 0,5 m Länge und darüber (Tannen im Schwarzwald).[1]) Die vom Holzkörper umwachsenen Senker hinterlassen nach ihrem Absterben bzw. Herausfallen Löcher von ansehnlicher Größe (Abb. 41). Bei Kiefer findet man das Holz in der Nähe der abgestorbenen (braunen) Senker oft vollständig verkient. Wenn der Schmarotzer bloß an Ästen und Zweigen vorkommt, so sind die durch ihn hervorgerufenen Schäden nicht der Rede wert. Sobald aber die Baumschäfte von ihm befallen werden, so tritt, abgesehen vom Holzzuwachsverlust, eine erhebliche Verminderung des technischen Gebrauchswertes ein. Zu Bau- und Nutzholz sind die durch Mistel verunstalteten Schaftstücke untauglich.[2]) Bei sehr starkem Befall sterben Äste, unter Umständen der ganze Baum ab.

Von großem Interesse sind die Beziehungen der Mistel zu den verschiedenen Nährpflanzen. Schon Wiesbauer[3]) unterschied 2 Mistelarten: Viscum album L. auf Laubhölzern und V. austriacum Wiesb. auf Nadelhölzern und teilte die letztere in die Varietäten Pini = f. angustifolia auf Kiefer und Abietis = f. latifolia auf Tanne. Durch die ausführlichen Untersuchungen v. Tubeufs sind die weiteren Erörterungen über die Artbegrenzung und Rassenbildung der Mistel zum Abschluß gekommen.

1) Gerwig: D. Weißtanne i. Schwarzwalde. Berlin 1868, 49. — 2) Fürst: Allg. F. u. J.-Ztg. 1876, 327. — Lippert: Zbl. f. d. ges. Fw. 1878, 495. — 3) Deutsch. botan. Monatsschr. 1884, 60.

v. Tubeuf unterscheidet nach den Nährpflanzen 3 biologische Rassen oder Standortsvarietäten der Mistel: die Laubholzmistel, welche auf allen möglichen Laubhölzern vorkommt, die Kiefernmistel und die Tannenmistel. Die Kiefernmistel geht auf P. austriaca, montana, Pinaster, nur sehr selten auf Fichte und überhaupt nicht auf Tanne und Laubhölzer über. Die Tannenmistel vermag Abies cephalonica und Nordmanniana, nicht aber Kiefer, Fichte und Laubhölzer zu besiedeln.



Abb. 41. Tannenholz mit zahlreichen, durch Herausfallen abgestorbener Senker der Mistel entstandenen Löchern (verkleinert (Orig. G. R.)).

Bei der Laubholzmistel scheint, wie auch durch die experimentellen Beobachtungen zur Frage der Rassebildung der Mistel von E. Heinricher[1]) wahrscheinlich gemacht wird, eine Spezialisierung innerhalb der Laubhölzer möglich zu sein. Nur scheint bei jeder Rasse die Einengung sich nicht auf nur eine Wirtspflanze zu beschränken. Vielmehr scheint meist eine Anzahl von Laubholzarten geeignet zu sein, der einzelnen Mistelrasse als Wirt zu dienen. Dabei sind zum Teil verwandtschaftliche Beziehungen der Wirte mitbestimmend, zum anderen Teile aber einfach stoffliche Qualitäten derselben.

Die morphologischen Unterschiede der drei Mistelrassen sind nicht erheblich. Laubholz- nnd Tannenmistel haben meist weiße Beeren und relativ größere und breitere Blätter als die Kiefernmistel, deren Beeren oft gelb sind. Andere geringe Unterschiede ergeben sich aus Größe und Gestalt der Beeren und Samen.

Das Vorkommen der Laubholzmistel ist für die verschiedensten Laubholzarten bestätigt worden. Am häufigsten werden Apfel- und Birnbaum, Pappeln, Weiden, Linde und Birke befallen; weniger häufig Ahorn, Hornbaum, Erle, Robinie u. a. und nur äußerst selten Eiche, Esche, Buche und Ulme. Die Angaben über die Infektionsmöglichkeit der beiden letztgenannten Holzarten sind unsicher. Ziemlich häufig aber ist das Schmarotzen der Mistel auf Mistel[2]), sowie auf Loranthus[3]) beobachtet worden. Rindenwurzeln mit Senkern werden dann aber nicht gebildet.

Ebenso selten wie die Laubholzmistel auf Eiche ist die Kiefernmistel auf Fichte [erstmalig von v. Tubeuf in Tirol[4])] gefunden worden. v. Tubeuf nimmt an, daß das überaus seltene Vorkommen auf Fichte weniger mit der Schwierigkeit des Anhaftens für die Beere, sondern damit zusammenhängt, daß die harte und glatte Oberfläche der Nadelblattkissen den Durchbruch des Keimwürzelchens der Mistel bis zum Rindenparenchym hindert.

Bekämpfung: Möglichst frühzeitiges Ausbrechen der jungen Mistelpflanzen. Da diese Maßregel praktisch undurchführbar ist, weil man meist erst beim Älterwerden der Mistelbüsche auf den Schmarotzer aufmerksam wird, bleibt nichts anderes übrig als gründliches Ausschneiden der befallenen Stellen. Die Rinde

1) Zbl. f. Bakteriologie usw. a. a. O. — 2) Müller, Fr.: Naturw. Ztschr. f L. u. Fw. 1908, 323. — 3) v. Tubeuf: das. 1907, 349. — 4) Das. 1906, 351. — Merker: das. 1908, 364.

muß dabei bis auf das Holz ausgeschnitten und soweit entfernt werden, wie die Rindenwurzeln reichen, damit sich keine Adventivsprosse bilden können. Das bloße Abschneiden der Büsche genügt nicht, weil sonst immer wieder neue Ausschläge entstehen, welche die Rinde durchbrechen und sich zu neuen Pflanzen entwickeln. Noch wirksamer ist aus diesem Grunde der bei vereinzeltem Auftreten der Mistel mögliche Aushieb des befallenen Baumteiles. Die entstehenden Wunden sind mit Baumwachs oder Teer zu überstreichen.

Für Obstbäume, in Baumschulen und kleinen Waldanlagen ist die Bekämpfung nicht zu unterlassen.

Beiläufig mag hier noch der Futterwert der Mistel für die Haustiere (Schafe, Ziegen usw.) erwähnt werden. Sie gilt allgemein für sehr nährend und milchbefördernd. Man schätzt sie sogar dem Rotklee oder gutem Wiesenheu gleich. In Elsaß-Lothringen wird sie daher vielfach als Viehfutter verwertet.[1]) Auch Rehen und Hasen sind die grünen Mistelbüsche im Winter eine willkommene Äsung.[2])

2. Loranthus europaeus Jacq.

Europäische Riemenblume, Eichenmistel.[3])

Dieser sommergrüne, 0,3—1 m hohe, vieläſtige, phanerogame Schmarotzer befällt vorzugsweise die Eichen, ohne bezüglich der Art besonders wählerisch zu sein; er ist aber auch auf der Edelkastanie (Südösterreich) gefunden worden. Äußerlich gleicht die Riemenblume (Abb. 42 u. 43) der Mistel. Die Blüten beider Parasiten sind aber wesentlich verschieden; auch sind bei Loranthus die Beeren hellgelb.

Die Eichenmistel tritt in ganz Südeuropa auf. Sie findet sich schon in Böhmen, häufiger in Niederösterreich, Mähren, Steiermark, Krain, im Litorale, noch häufiger in Ungarn, Siebenbürgen, Slavonien usw. Ihre nördlichste Grenze ist die Gegend von Pirna und Dohna (Sachsen). Befallen werden nur ältere Bäume (Oberholz in Mittelwaldungen), und zwar namentlich die Äste der Kronen.

Lebensweise und Eindringen des Keimes in die Nährpflanze, sowie die weitere Entwickelung der Wurzeln in der Rinde und im Holzkörper hat R. Hartig[4]) unter Beigabe lehrreicher Abbildungen näher dargestellt.

Der wesentliche Unterschied zwischen Loranthus und Viscum besteht darin, daß bei der Eichenmistel die der Hauptwurzel entspringenden Seitenwurzeln keine Senker treiben und nicht in der Rinde — außerhalb des Kambialringes —, sondern in der



Loranthus europaeus Jacq.

Abb. 42 zeigt die Art der Verzweigung (verklein.), Abb. 43 einen Trieb mit zwei gegenständigen Blättern (nat. Gr.).

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1880, 76. — 2) Das. 1893, 236. — 3) Zur Literatur: Hartig, R.: Zschr. f. F. u. Jw. 1876, 321. — Nobbe, Fr.: Thar. Jhrb. 1884, 164. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1907, 341, 349. — 4) A. a. O. S. 324.

Kambialschicht selbst und in den jüngsten Splintschichten parallel zur Holzfaser, und zwar stets nur abwärts, fortwachsen. Die Wurzelspitzen wirken keilförmig; sie bahnen sich ihren Weg nicht wie die von Viscum durch Auflösung der entgegenstehenden Gewebe, sondern drängen sich hindurch. Dabei nehmen sie infolge öfterer Verlegung ihrer Wuchsrichtung in die jeweils jüngsten Holzschichten eine höchst eigenartige gezähnte Form an.

Die Stellen, an welchen der Schmarotzer (Abb. 44 *l*) zutage tritt, verdicken sich im Laufe der Zeit so bedeutend, daß Maserknollen bis zu Kopfgröße entstehen (Fig. 44 *a*). Die befallenen Zweige bleiben nicht nur im Wuchse zurück, sondern sterben zuletzt von der Spitze herein vollständig ab (Abb. 44 *b*). Alte Eichen sind häufig auf allen Ästen mit Loranthus-Büschen besetzt. Unter diesen Umständen ist die Riemenblume schädlicher als die Mistel. Die Verschleppung der Samenkörner wird gleichfalls durch Vögel (Misteldrossel usw.) bewirkt.

Bekämpfung: Ausschneiden oder Aushieb der befallenen Stamm- oder Astteile.

Abb. 44. Quercus Cerris L. mit zwei Loranthus-Pflanzen (*l*). *a* Knotige Auftreibungen durch Loranthus verursacht. *b* verkümmerter und schließlich abgestorbener Eichentrieb.

3. Gattung Cuscuta.

Seide, Flachsseide.[1]

Die sehr artenreiche Gattung Cuscuta umfaßt chlorophyllfreie, echte Parasiten, die in erster Linie landwirtschaftlichen Gewächsen, namentlich einigen Leguminosen (Klee, Wicke, Luzerne) gefährlich werden. Mehrere einheimische und eingeschleppte Arten gehen aber auch auf Holzgewächse über und vermögen hin und wieder fühlbare Schäden hervorzurufen.

Die Verbreitung der Seidearten geschieht durch Samen. Dieser keimt auf der Erde und treibt sein Keimwürzelchen in den Boden. Die Ernährung erfolgt zunächst aus diesem. Sobald aber der am Boden hinkriechende lange fadenförmige Stengel der Seide eine geeignete Nährpflanze erreicht hat, umschlingt er diese in spiraligen Windungen und senkt zahlreiche Saugwurzeln (Haustorien) in die Rinde. Die bis in die Gefäßbündel der Wirtspflanze eindringenden Haustorien stellen eine vollkommene Verbindung mit dieser her. Die Seide gibt nun ihre Beziehungen zum Boden auf; ihre Wurzel und ihr unterer Stengelteil sterben ab und ihre Lebensweise wird eine vollkommen parasitische.

Die häufigsten Seidearten sind:

Cuscuta europaea L. Hopfenseide, C. Epithymum Murr. Kleeseide, C. Epilinum Weihe Flachsseide, C. Gronovii Willd. und C. lupuliformis Krock = C. monogyna Vahl.

Außer C. europaea kommen für den Forstmann hauptsächlich die ursprünglich in Amerika einheimische, aber schon seit längerer Zeit eingeschleppte C. Gronovii und die größte, vom Osten her eingewanderte Art, C. lupuliformis, in Betracht.

Von Holzarten sind die Ahorne (Feldahorn), Pappeln, Hasel und ganz beson-

1) Koch, L.: Die Klee- u. Flachsseide. Heidelberg 1883.

ders die **Weiden**[1]) gefährdet, z. B. in den Mainauen bei Miltenberg. Die Seide schadet den Weiden nicht nur durch Entzug von Nährstoffen, sondern mehr noch durch Hervorrufen wulstiger, spiralig verlaufender Vorsprünge an den Stellen, wo sich der Cuscuta-Stengel emporgerankt und seine Saugwärzchen eingetrieben hat. Die Weidenruten werden hierdurch zur Korbflechterei untauglich. Stark verseidete Weidenanlagen werden durch die Schmarotzer bisweilen vollständig zu Boden gezogen.

Bekämpfung: Rechtzeitiges **Abschneiden** der befallenen Weidenschößlinge zugleich mit den Cuscuta-Fäden möglichst **tief** am Boden vor Beginn der Blüte (Ende Juni, Anfang Juli) und **Verbrennen** alsbald an Ort und Stelle.

Die Seideranken dürfen selbstverständlich hierbei nicht verstreut werden, weil sich das Unkraut auch durch sie weiter verbreiten kann. Das Ausschneiden ist, da der Same 2—3 Jahre keimfähig bleibt, mindestens 3 Jahre hindurch zu wiederholen. Die Verschleppung der Samenkörner wird u. a. auch durch Tiere (Hasen) besorgt.

Von den vielen bei der Bekämpfung der landwirtschaftlich schädlich werdenden Seidearten versuchten Vertilgungsmitteln ist forstlich nur das **Begießen** oder **Bespritzen** mit einer 15—18%igen **Eisenvitriollösung** durchführbar. Das Eisenvitriol tötet den gerbsäurehaltigen Schmarotzer, schädigt aber in stärkerer Lösung auch die Nährpflanze.

II. Kryptogame Parasiten (Pilze).[2])

Erstes Kapitel.

Allgemeines.

Infolge vollständigen Mangels an Chlorophyll sind die Pilze nicht imstande, selbst organische Substanz zu bereiten, sondern müssen diese anderen toten oder lebenden Organismen (Pflanzen oder Tieren) entziehen. Dadurch werden sie zu **Schmarotzern**, die das Gedeihen und die normale Fortentwickelung der von ihnen befallenen noch lebenden Wirte in mehr oder minder schwerer Weise stören.

Gleich den landwirtschaftlichen Kulturgewächsen werden auch die Waldbäume im frischen lebenden Zustande von einer großen Anzahl von Pilzen befallen und geschädigt. Der **Forstschutz** hat sich deshalb auch mit diesen Waldfeinden zu befassen.

---

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1878, 95; 1881, 26; 1882, 321. — **Prantl**: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1878, 21. — **Kinzel**: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1903, 177.

2) Literatur: **de Bary**, A.: Vergleichende Morphologie u. Biologie der Pilze, Myzetozoen u. Bakterien. Lpzg. 1884. — **v. Tavel**, F.: Morphologie d. Pilze. Jena 1892. — **Willkomm**, Moritz: Die mikroskopischen Feinde d. Waldes. 2 Hefte. Dresden 1866/67. — **Hartig**, Robert: Wichtige Krankheiten d. Waldbäume. Berlin 1874. — **Ders.**: Die durch Pilze erzeugten Krankheiten der Waldbäume. 2. Aufl. Breslau 1875. — **Ders.**: Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche usw. Berlin 1878. — **Ders.**: Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München. Hft. I—III. Berlin 1880/83. — **Ders.**: Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin 1882; 3. Aufl. u. d. Tit.: Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1900. — **Frank**, A. B.: Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl. 2 Bde.; 2. Bd.: Die durch pflanzliche Feinde hervorgerufenen Krankheiten. Breslau 1896. — **Sorauer**, Paul: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. 3 Bde.; 2. Bd.: Die pflanzlichen Parasiten von G. **Lindau**. Berlin 1908. — **v. Tubeuf**, Karl Frhr.: Beiträge zur Kenntnis der Baumkrankheiten. Berlin 1888. — **Ders.**: Pflanzenkrankheiten durch kryptogame Parasiten verursacht. Berlin 1895.

Die Pilze haben allerdings für den ausübenden Forstmann nicht die gleiche Bedeutung wie die Insekten, und eingehende mykologische Kenntnisse scheinen deshalb für ihn weniger unerläßlich zu sein als eine gründliche entomologische Durchbildung.[1]) Trotzdem gehört ein gewisses Vertrautsein mit dem Wesen der Baumkrankheiten zum Rüstzeug des gebildeten Forstwirtes. Der tägliche Gang in den Wald zeigt ihm, daß er in den parasitären Pilzen einer Gruppe von Organismen gegenübersteht, deren Wechselbeziehungen zu den Holzgewächsen keineswegs wirtschaftlich bedeutungslose und hinsichtlich ihrer Beeinflussung durch den Menschen auch nicht so hoffnungslose sind, wie sie vielfach hingestellt zu werden pflegen.

Vor allen Dingen handelt es sich darum, die Ursachen der Krankheiten unserer Waldbäume zu ergründen, weil die Frage nach der Verhütung die Kenntnis der Ursache voraussetzt. Diese Aufgabe fällt zunächst in das Gebiet des Botanikers bzw. Mykologen. Der Forstmann kann seinerseits durch richtige Beobachtung im Walde, durch Hinweise auf das Vorhandensein von Parasiten, sowie durch sachmännische Beurteilung der Standorts- und Bestandsverhältnisse, welche das Auftreten von Pilzschäden begünstigen, mit zur Lösung der Frage beitragen, ob ein Pilz Ursache oder bloß Folge einer Krankheit ist.

Die Behandlung des nachfolgenden Gegenstandes ist lediglich vom forstlichen Gesichtspunkt aus erfolgt. Die Kenntnis der Morphologie und Physiologie der Pilze wird im nachstehenden vorausgesetzt. Nur einige kurze Bemerkungen hierüber, sowie über Biologie und Verbreitung der Pilze sollen vorausgeschickt werden.

1. Stellung im System. Äußerer Bau. Fortpflanzung.

Die Pilze gehören zu den Lagerpflanzen oder Thallophyten. Von den vom physiologischen Standpunkt aus unterschiedenen 3 großen Klassen des Pilzreiches (Schleim-, Spalt- und Fadenpilze) werden den Holzgewächsen nur die Fadenpilze (Eumycetes) gefährlich.

Der vegetative Teil dieser höchsten Pilzklasse besteht aus ein-, zumeist aber mehrzelligen, mehr oder weniger verzweigten, mit Spitzenwachstum versehenen Fäden, den Hyphen und heißt Myzelium (Myzel). Die Hyphen, deren Wandung chitinhaltig ist, funktionieren wie die Wurzeln höherer Pflanzen. Sie vermitteln den Bezug der nötigen Nährstoffe und breiten sich zu diesem Zwecke teils einzeln oder zu lockerem Gewebe geflochten, teils auch zu dichten Myzelhäuten oder Strängen verwachsen auf oder in dem Substrate (Blatt, Rinde, Holz usw.) aus. Oft verwachsen sie auch zu mehr oder weniger dichten und dauerhaften Pilzkörpern, die entweder als sog. Sklerotien die Aufgabe haben, gewisse Ruheperioden in der Entwickelung zu überdauern oder die durch Erzeugung der Fortpflanzungsorgane zu Fruchtträgern oder Fruchtkörpern werden.

Die Fortpflanzung ist geschlechtlich oder ungeschlechtlich und geschieht durch Sporen, die teils in den Fruchtkörpern (Endosporen), teils ohne Vermittlung derselben unmittelbar durch Abschnürung vom Myzel (Exosporen oder Konidien) oder durch Zerfall des Myzels (Oidien, Chlamydosporen oder Gemmen) oder schließlich auch durch Vereinigung zweier Zellen (Oo- und Zygosporen) erzeugt werden.

Die Endosporen bilden sich in kugelig, zylindrisch oder keulenförmig umgeformten Enden bestimmter Myzeläste, in Sporangien oder in Asci (Schläuchen). Als Sporangium bezeichnet man den Sporenträger, wenn das gesamte Protoplasma bei der Sporen-

1) Vgl. Möller: Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 80.

bildung verbraucht wird, als Ascus, wenn nur ein Teil des Zellinhaltes hierzu Verwendung findet. Die meist 8 sporigen Asci sind in der Regel in größerer Anzahl in mehr oder weniger komplizierten Fruchtkörpern vereinigt, deren geschlechtlicher Ursprung für einzelne Pilzformen nachgewiesen ist.

Die Exosporen oder Konidien entstehen stets ungeschlechtlich und zwar dadurch, daß die Spitze einer Hyphe oder eines Hyphenastes, der Basidie, zur Spore anschwillt, sich durch eine Querwand abgliedert und späterhin ablöst. Die einzelne Basidie erzeugt bei vielen Pilzen nicht nur eine, sondern hinter- und nebeneinander mehrere, oft knopfförmig in Zusammenhang bleibende Konidien. Die Konidienträger sind vielfach auch dicht gedrängt in anfänglich geschlossenen, mehr oder weniger kugeligen Behältern (Pykniden oder Spermogonien) vereinigt. Nach der Reife öffnen sich diese vom Myzel gebildeten Konidienfrüchte mit einem kleinen Loch und entlassen die Konidien.

Chlamydosporen oder Gemmen sind durch Querteilung und Zerfall von Hyphen entstehende konidienähnliche Gliedersporen. Verdickung ihrer Membran und Anreicherung von Reservestoffen macht sie zu Dauersporen, die gleich den Dauermyzelien (Sklerotien) befähigt sind, längere Zeiten der Ruhe ohne Einbuße ihrer Entwickelungsfähigkeit zu überdauern.

Bei sehr vielen Pilzen kommen regelmäßig mehrere Fruktifikationsformen vor; man nennt diese Pilze pleomorph. Je nachdem sich der Entwickelungsgang eines Pilzes auf einer oder mehreren Pflanzen abspielt, unterscheidet man ferner autözische und heterözische Pilze.

2. Lebensweise der Pilze.

Die an den Holzgewächsen Krankheiten hervorrufenden Pilze nähren sich entweder von toter oder lebender pflanzlicher Substanz. Man bezeichnet sie als obligate Saprophyten (Fäulnisbewohner), wenn sie nur in abgestorbenen Pflanzenteilen leben, als obligate Parasiten, sobald sie nur lebendes Gewebe annehmen. Vermögen sie von der saprophytischen Lebensweise zur parasitischen überzugehen und umgekehrt, so nennt man sie fakultative Parasiten bzw. fakultative Saprophyten.

Das Myzel eines Pilzes lebt entweder außerhalb (epiphytisch) oder innerhalb (endophytisch) der Wirtspflanze. Im ersteren Falle überzieht es nur die Oberfläche des befallenen Pflanzenteiles und entnimmt seine Nahrung durch kleine, stabförmige, in die Außenwand oder in das Innere der Oberhautzelle versenkte Saugwürzelchen.

Bei den endophytisch lebenden Pilzen breitet sich das Myzel entweder nur in den Zellzwischenräumen (interzellular) aus und ernährt sich dann durch kleine Saugwarzen (Haustorien), mit denen es die benachbarten Zellen anzapft, oder es wächst direkt in die Zellen hinein (intrazellular). Die Hyphe durchbohrt in diesem Falle mit Hilfe eigenartiger, von ihrer Spitze ausgeschiedener Fermente (Enzyme) die Zellwände und spaltet die organischen Verbindungen, um die ihr zuträglichen Kohlehydrate als Nährstoffe zu gewinnen.

Die praktische Bedeutung eines Pilzes hängt natürlich wesentlich davon ab, ob der Pilz als primärer Schädling grüne lebende Pflanzen und Pflanzenteile anzugreifen vermag oder ob er nur sekundär als Saprophyt das Zerstörungswerk anderer Pflanzenschädlinge fortsetzt und vollendet. Die wichtige Frage, in wie weit ein Pilz Ursache oder Folgeerscheinung einer Krankheit ist, läßt sich vielfach nur mit Hilfe von Infektionsversuchen an gesunden Pflanzen beantworten. Ohne künst-

liche Infektionen ist es auch unmöglich, die näheren Keimungs- oder Infektionsbedingungen, sowie die verschiedenen Wirtspflanzen der einzelnen Pilze kennen zu lernen.

Bei den Infektionsversuchen überträgt man Pilzmyzelien oder Sporen kranker Pflanzen auf gesunde Gewächse derselben Art und beobachtet, ob an den Versuchspflanzen die gleichen Erscheinungen und Zustände eintreten, welche an den erkrankten oder getöteten Individuen wahrgenommen werden. Außerdem ist das Augenmerk auch auf die äußeren Einflüsse zu richten, welche die Entwickelung der Krankheit verzögern oder befördern. Solche Untersuchungen sind meist mühsam und schwierig. Auch bedürfen sie wiederholter Vornahme, wenn man zum Ziele gelangen, und vorsichtiger Deutung, wenn man vor Trugschlüssen bewahrt bleiben will.

3. Ausbreitung der Pilze.

Die Infektion einer Pflanze erfolgt vorwiegend durch Sporen, in einzelnen Fällen, so namentlich bei den Wurzelparasiten, auch durch das von den erkrankten Pflanzen aus im oder auf dem Boden weiterwandernde Myzel. Die Sporen sind mit einer weit größeren Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit und Kälte ausgestattet als der bisweilen leicht vergängliche Vegetationskörper des Pilzes.

Die Verbreitung der Sporen geschieht durch Wind, Regen, in untergeordnetem Maße auch durch Tiere (Mäuse, Insekten, Schnecken usw.). Bei den Basidiomyceten vermitteln, wie die schönen Untersuchungen von R. Falck[1]) gezeigt haben, unmerkliche, durch Wärmeentwickelung des Fruchtkörpers entstehende Luftströmungen die Ausbreitung der in außerordentlich großen Mengen erzeugten Sporen.

Der durch Auskeimen der angeflogenen Spore sich entwickelnde Keimschlauch dringt in das Gewebe ein, indem er die Epidermis durchbohrt oder eine Spaltöffnung oder Lenticelle als Eingangspforte benutzt. Bei den sog. Wundparasiten vermag der Keimschlauch die unversehrte gesunde Oberhaut nicht zu durchbrechen. Eine Infektion ist daher bei diesen Pilzen nur dann möglich, wenn die Spore an eine die ihr zusagenden Gewebe freilegende Wundstelle gelangt.

Wie die Erfahrung lehrt, sind überhaupt Infektionsgefahr für die einzelne Pflanze und Ausbreitungsmöglichkeit einer Pilzkrankheit keineswegs immer und überall gleich groß, sondern unterliegen nach Alter, Entwickelungs- und Gesundheitszustand der befallenen Pflanze, sowie nach Zeit und Ort des Befalles sehr großen Schwankungen. Die vielfach noch unbekannten Voraussetzungen, unter denen eine Infektion zustande kommt und die in gleicher Weise auch die Intensität der Erkrankung, mithin den Krankheitsverlauf, beeinflussen, werden mit der Bezeichnung Prädisposition zusammengefaßt. Man unterscheidet individuelle, zeitliche und örtliche Prädisposition, je nachdem das Empfänglichkeitsstadium auf individuelle Eigentümlichkeiten der betreffenden Pflanze, auf Alter oder zeitweiligen Vegetationszustand bzw. auf die besonderen Verhältnisse des jeweiligen Standortes zurückzuführen ist. Außerdem spricht man von normaler Prädisposition, wenn die dem Pilzangriff günstigen Verhältnisse der Pflanze im normalen Entwickelungsgange derselben begründet und äußerlich nicht bemerkbar sind, im Gegensatz zu der durch Frost, Rauchschaden, Insekten, Verwundungen und andere Ursachen herbeigeführten anormalen oder krankhaften Prädisposition.

Der eifrigste Verfechter der für den praktischen Pflanzenschutz hochbedeutsamen,

1) Beiträge z. Biologie d. Pflanzen, Bd. IX, 1.

lange Zeit angezweifelten Prädispositionstheorie ist Sorauer.[1]) Nach seiner Meinung, der wir vollkommen beipflichten, ist für das Zustandekommen einer verheerenden parasitären Krankheit nicht die Anwesenheit des Parasiten allein maßgebend. Als zweite gewichtige Ursache spricht hier vielmehr ein im Innern des angegriffenen Organismus gelegener Empfänglichkeits- oder Schwächezustand mit. Solche Schwächezustände können durch die verschiedensten Ursachen und äußeren Einflüsse herbeigeführt werden, z. B. durch ungewöhnliche Witterungsverhältnisse (feuchte Jahre, Sonnenbrand, ganz besonders Frost), durch schlechte Ernährung, nassen Boden, wirtschaftliche Fehler (Anbau einer unpassenden Holzart oder ungeeigneten Rasse, schlechte Kulturausführung), durch direkte Verletzungen der Pflanzensubstanz u. dgl.

Wir sehen, wenn nicht in allen, so doch den meisten Pilzen nur sekundäre Schädlinge und betrachten es als Hauptaufgabe einer erfolgreichen Bekämpfung der Pilze, die den Empfänglichkeitszustand der Pflanzen herbeiführenden Einwirkungen auszuschalten oder abzuschwächen.

Die äußeren klimatischen Bedingungen, die dem Entstehen und der Ausdehnung von Pilzepidemien Vorschub leisten, sind Feuchtigkeit, stagnierende Luft und Wärme. Die Pilze vermögen im allgemeinen nur da massenhaft aufzutreten, wo diese Bedingungen zu ihrem Gedeihen vorhanden sind. In feuchten Jahren und in Lagen ohne Luftwechsel sind Pilzepidemien weit eher zu fürchten als in trockenen Zeiten und an Orten, die dem Luftzug ausgesetzt sind. Für eine große Reihe von fakultativen (= Wund-)Parasiten hat Münch[2]) die Abhängigkeit der Immunität und Krankheitsempfänglichkeit vom Luftgehalt des Holz- und Rindengewebes festgestellt. Es muß ein bestimmtes Minimalquantum an Luft im Innern der Gewebe eingeschlossen sein, wenn das Gewebe von Pilzfäden durchwachsen werden soll. Das Vorhandensein reichlicher Feuchtigkeit genügt in diesem Falle nicht; wassersattes Splintholz ist infolge seiner Luftarmut für holzzersetzende Pilze im Gegenteil gänzlich unzugänglich.

4. Schaden und wirtschaftliche Bedeutung der Pilze.

Die Folgen des Angriffes eines parasitischen Pilzes sind nach Art und Natur des Parasiten, Ort und Zeit des Befalles, sowie nach Alter und Gesundheitszustand der Pflanze verschieden. Der durch den Parasiten verursachte Nährstoffentzug bewirkt in der Wirtspflanze naturgemäß Störungen der normalen physiologischen Funktionen. Diese Störungen äußern sich in allerhand pathologischen Veränderungen einzelner Zellen oder ganzer Gewebe, die sehr oft den Tod des befallenen Pflanzenteiles oder auch der ganzen Pflanze nach sich ziehen. Mehr oder minder rasches Absterben von Pflanzenteilen oder ganzer Pflanzen ist namentlich dann unvermeidlich, wenn der Pilz die weitere Zufuhr von Wasser durch Zerstörung der basalen Teile eines Organes bzw. der Wurzeln verhindert. Viele Pilze, die Holz, Rinde oder Blätter befallen, haben nicht den unmittelbaren Tod der Pflanze, wohl aber Zersetzung des Holzkörpers, Eintrocknen und Verunstaltungen von Rindenteilen, vorzeitige Entlaubungen und damit Zuwachsverluste und Wertsminderungen zur Folge.

In anderen Fällen wirkt der Pilz weniger zerstörend als umgestaltend auf die

---

1) Handb. der Pflanzenkrankh. 3. Aufl., Bd. I, 11ff. — 2) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1909, 54, 87, 129.

vom Myzel durchwucherten Gewebe. Gesteigertes Wachstum führt dann zur Vergrößerung und Vermehrung der Zellen und im weiteren Verlauf zum Entstehen abnormer Wucherungen (Krebsmasern), Verzweigungen (Hexenbesen), Kräuselungen, Ausstülpungen, Verlängerungen, kurz zu Hypertrophien aller Art, die wiederum Materialentwertungen, Beeinträchtigungen des Samenertrages und andere Folgeschäden nach sich ziehen.

Schaden und wirtschaftliche Bedeutung der durch Pilze hervorgerufenen Waldkalamitäten sind, wie schon angedeutet, geringer als die der Insektenverheerungen.

Der gesunde Waldbaum setzt, von den jugendlichen und den hohen Altersstufen abgesehen, dem Angriffe durch Pilze im allgemeinen einen hinreichenden, der Immunität sich mehr oder weniger nähernden Widerstand entgegen. Diese Widerstandsfähigkeit vermindert sich erst mit dem Eintritt bestimmter Dispositionszustände, sinkt aber nur selten so weit herab, daß es dem Pilz im ersten Anlauf gelingt, die befallene Pflanze zu vernichten.

Am fühlbarsten werden unter den forstschädlichen Pilzen die Erzeuger von Kinderkrankheiten der Holzpflanzen, ferner die Wurzelparasiten und die Nutzholzzerstörer. Die durch die Jugendparasiten verursachten Krankheiten nehmen hin und wieder epidemischen Charakter an und schädigen dann den Pflanzenbestand unserer Kulturen und Pflanzenerziehungsstätten bisweilen in weitestgehender Weise. Die an den Wurzeln angreifenden Pilze werden durch die größere Infektionsgefahr ihrer verborgenen Keime, durch die geringere Widerstandsfähigkeit der weniger geschützten Wurzeln und nicht zum mindesten durch die Rolle gefährlich, die die Wurzeln im Leben des Baumes spielen. Die Holzzerstörer endlich vermögen das Nutzholzprozent der Starkholzwirtschaften ganz erheblich herabzusetzen und führen dadurch beträchtliche Wertverluste herbei.

Obgleich die Zahl der an den Waldbäumen vorkommenden Pilze eine sehr große ist, werden doch nur wenige unter ihnen infolge allgemeiner Verbreitung oder infolge andauernden und intensiven Auftretens wirtschaftlich wichtig. Wie bei den Insekten, sind es dann in erster Linie die Nadelholzwaldungen, die in stärkerem Maße heimgesucht und geschädigt werden.

5. Schutzmaßregeln.

Beim Schutz gegen die Pilzschäden ist das Hauptgewicht in die Vorbeugung zu legen. Da der Pilz mit Ausnahme der wenigen epiphytisch lebenden Arten in der Nährpflanze lebt und mit dieser eng verbunden ist, ist seine Vernichtung im allgemeinen ohne gleichzeitige Vernichtung der Nährpflanze selbst oder doch von Teilen derselben nicht durchführbar. Wirtschaftliche Interessen lassen dieses radikale Bekämpfungsverfahren trotz seiner Wirksamkeit nicht immer empfehlenswert erscheinen. Es kommt hinzu, daß auf forstlichem Gebiete die Methode der lokalen Bekämpfung, die bei kleinen Flächen möglich ist, im großen mit allerhand Schwierigkeiten verbunden zu sein pflegt.

Der wichtigste, auf die große Bedeutung der Vorbeugung hinweisende Umstand aber ist die schon oben hervorgehobene Tatsache, daß bei den Pilzkrankheiten der Pflanzen der Pilz in den meisten Fällen nicht die erste Ursache der Krankheit ist. Ohne andere, vorbereitende Einflüsse würde er in der Pflanze nicht den von ihm

verlangten Nährboden finden. Es ist deshalb richtiger, das Übel an der Wurzel zu packen und zunächst die eigentliche Ursache der Krankheit, den Empfänglichkeitszustand und dessen Erreger, soweit dies überhaupt möglich ist, zu beseitigen. Die Zweckmäßigkeit, so zu verfahren, erhellt auch daraus, daß uns im Kampfe mit dem Pilze nur wenige, in bezug auf Wirksamkeit höchst bescheidene Mittel zur Verfügung stehen.

A. Vorbeugungsmaßregeln.

1. Sorge für das Heranwachsen gesunder, widerstandsfähiger Pflanzenindividuen. Aus der großen Zahl der in der Waldbaulehre näher erörterten Gesichtspunkte, die zum Zwecke der Erziehung gesunder Bestände bei der Begründung und Pflege zu berücksichtigen sind, ist namentlich der eine hervorzuheben, dessen Bedeutung erst in der neueren Zeit näher gewürdigt wird: das ist die Auswahl der den klimatischen Verhältnissen angepaßten Rasse. Ebenso wie die einzelnen Pflanzenindividuen einer Holzart den Angriffen ein und desselben Pilzes in verschieden hohem Maße ausgesetzt sind, schwankt auch die Empfänglichkeit verschiedener Varietäten oder Rassen. Je weniger die angebaute Rasse auf das Klima abgestimmt ist, um so mehr trägt sie die Disposition für Krankheiten aller Art in sich.

2. Verhinderung der Infektion durch:

a) Isolierung erkrankter Pflanzen durch Stichgräben (bei Wurzelparasiten);

b) Sammeln und Vernichten von Fruchtkörpern, um der Erzeugung und Ausbreitung der Sporen Einhalt zu tun;

c) Abschließen von Wunden durch Teer- oder Karbolineumanstrich, Verkleben mit Baumwachs, Lehm u. dgl.;

d) Vernichten von Unkräutern usw., die als Zwischenwirte schädlicher Pilze bekannt sind;

e) Bespritzen bzw. Bestäuben mit Fungiziden (Bordeauxbrühe), um die anfliegenden Sporen zu vernichten.

Die Fungizide sollen zum Teil nicht nur die vorhandenen Sporen, Fruchtkörper usw. abtöten, sondern haben unter Umständen noch die viel wichtigere Aufgabe, prophylaktisch zu wirken. Das setzt voraus, daß sie zur Zeit des Anfluges der Sporen an den zu schützenden Pflanzen haften und je nach der Sporenreife auch mehr oder weniger lange Zeit haften bleiben (s. weiteres unter B).

3. Kenntnis der Lebensweise der parasitären Pilze.

B. Vertilgungsmaßregeln.

1. Vernichten der Nährpflanze bzw. Entfernen und Vernichten des befallenen Pflanzenteiles.

Die Vernichtung der ganzen Pflanze kommt zunächst nur bei noch wertlosen jugendlichen Holzpflanzen in Betracht. Bei älteren Bäumen läßt sich häufig durch operative Eingriffe (Ausschneiden der kranken Rindenteile oder Äste) Heilung des Baumes herbeiführen. Um die Verschleppung der Krankheit zu verhindern, empfiehlt es sich, die befallenen Pflanzenteile, soweit sie mit Fruchtkörpern besetzt sind oder besetzt werden können, möglichst zu verbrennen, namentlich auch dann, wenn es sich um Vernichtung Sklerotien bildender Pilzformen handelt. Das Eingraben von mit Pilzen besetzten Blättern, Zweigen usw. behufs Vertilgung des Parasiten führt nur dann zum Ziele, wenn der Ort der Eingrabung lange Zeit — den ganzen folgenden Sommer — unberührt bleibt.

2. Bespritzen bzw. Bestäuben der erkrankten Pflanze mit Fungiziden.

In der Forstwirtschaft kommen von den zahlreichen, in der Garten- und Landwirtschaft gebräuchlichen anorganischen und organischen Fungiziden fast ausschließlich — von Schwefelpräparaten abgesehen — kupferhaltige Mittel zur Anwendung. Das bei weitem wichtigste ist die Kupfervitriollösung. Um sie für lebende Pflanzenteile unschädlich zu machen, muß die sauer reagierende Lösung vor dem Aufbringen durch Zusatz von Kalk, Soda, Ammoniak usw. neutralisiert werden. Gewöhnlich wird Kalk hierzu verwendet. Der dann entstehenden, zuerst in der Gegend von Bordeaux als Spritzmittel gebrauchten Kupferkalkbrühe, der Bordeaux- oder Bordelaiser Brühe, verdanken Wein-, Obst- und Gartenbau ihre hauptsächlichsten Erfolge bei der Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Auch in der Forstwirtschaft ist die Bordeauxbrühe infolge ihrer Wirksamkeit im Kampfe mit der Kiefernschütte zum unentbehrlichen Fungizid geworden.

Die Herstellung der Kupferkalkbrühe[1]) hat sorgfältig unter Beachtung des nachstehenden Verfahrens zu geschehen:

In einer sauber gereinigten Petroleumtonne oder einem anderen mehr als 100 l fassenden hölzernen oder tönernen (nicht eisernen) Gefäß werden, wenn eine 2 %ige Brühe hergestellt werden soll, 2 kg Kupfervitriol in 50 l Wasser gelöst. Man füllt zu diesem Zwecke das grob gestoßene Salz in ein Leinensäckchen und hängt dieses in das Wasser ein. In 12 und mehr Stunden (über Nacht) ist die Auflösung beendet. In einer Schüssel oder dgl. löscht man durch allmähliche Zuführung kleiner Mengen von Wasser 2 kg frisch gebrannten Kalk, seiht den nach weiterem Wasserzusatz entstandenen Kalkbrei durch ein Tuch oder feines Sieb, um Steinchen und ungelöste Teile zu entfernen, und verdünnt das Ganze in einer zweiten, kleineren Tonne zu 50 l Kalkmilch. Wird in Ermangelung gebrannten Kalkes schon gelöschter Kalk zur Herstellung der Kalkmilch verwendet, so ist ungefähr 4 kg zu nehmen. Nach völligem Erkalten der Kalkmilch gießt man sie in einem Guß in die Kupfervitriollösung. Verfährt man umgekehrt und setzt der im größeren Gefäß zubereiteten Kalkmilch die Vitriollösung zu, so hat dies allmählich in dünnem Strahl unter beständigem Umrühren (mit einem Holzstab) zu geschehen. Benützt man zur Bereitung der Brühe ein drittes Gefäß, so sind Vitriollösung und Kalkmilch gleichzeitig einzuschütten.

Die fertige Brühe muß himmelblau (nicht grün) aussehen, undurchsichtig, wolkig und fast schleimig sein. Der in ihr fein verteilte Niederschlag darf sich nur schwer absetzen und muß, wenn er sich abgesetzt hat, eine vollkommen wasserhelle Flüssigkeit zurücklassen.

Die richtige Zusammensetzung und Beschaffenheit der Brühe prüft man vor deren Verwendung am besten mit Hilfe von blauem Lackmuspapier. Rötet sich dasselbe beim Eintauchen in die gut umgerührte Brühe, so ist das Kupfervitriol nicht vollständig neutralisiert; der Brühe muß dann noch mehr Kalkmilch zugesetzt werden, weil sonst Beschädigungen der Blätter unvermeidlich sind. Ein geringer Überschuß von Kalk, durch eine mehr rötliche Färbung der Brühe und durch Nichtverfärbung bzw. Hellerwerden des Lackmuspapieres angedeutet, schadet nicht.

Die Prüfung kann auch mittels anderer Reagenspapiere erfolgen. Weißes Phenolphtaleïnpapier muß sich purpurrot bis violett, rotes Lackmuspapier blau, gelbes Curcumapapier braun färben. Verwendet man Blutlaugensalz zur Prüfung, so

---

1) Vgl. Scherpe, R.: D. Kupferkalkbrühe, ihre Bereitung u. Verwendung usw. Flugbl. Nr. 52 d. Biol. Anst. f. L. u. Fwirtschaft. 1912.

darf eine Rotfärbung beim Hinzufügen zur Brühe nicht eintreten. Wenn es geschieht, ist weiterer Zusatz von Kalkmilch nötig.

Beim Fehlen der vorgenannten Reagenzien läßt sich ein Überschuß an Kupfervitriol auch mit Hilfe einer blanken Messerklinge oder eines Nagels nachweisen. Sobald sich bei längerem Eintauchen ein roter Niederschlag auf diesen Gegenständen zeigt, mangelt Kalk.

Die Bordeauxbrühe, selbst wenn sie vollkommen sachgemäß hergestellt wurde, erleidet durch längeres Stehen Veränderungen, die ihre Haftfähigkeit und Wirksamkeit ungünstig beeinflussen. Die beiden Lösungen (Kupfervitriollösung und Kalkmilch) dürfen daher erst kurz vor dem Spritzen zusammengebracht werden. Getrennt lassen sie sich längere Zeit (Kalkmilch bis 24 Stunden) aufbewahren.

Um den Lösungsprozeß des Kupfervitriols zu beschleunigen, nimmt man in eiligen Fällen warmes Wasser zu Hilfe, löst in geringen Mengen (6—10 l) desselben das klein zerstoßene Kupfervitriol und verdünnt dann die Lösung auf 50 l. Die Lösung ist aber vor dem Zusammenbringen mit der Kalkmilch vollständig abzukühlen.

Das verwendete Kupfervitriol muß möglichst rein und frei von Eisenvitriolbeimengungen sein. Man kauft es am besten in großen, rein blauen Kristallen und läßt sich beim Bezug größerer Mengen den Gehalt an Kupfervitriol garantieren. Zur Herstellung der Kalkmilch eignet sich frisch gebrannter, sog. fetter, sand- und steinfreier Stückenkalk (Tüncherkalk) besser als der feingemahlene, weniger verunreinigte Ätzkalk.

Um die verhältnismäßig umständliche Herstellung der Bordeauxbrühe zu erleichtern, sind verschiedene pulverförmige Präparate in den Handel gebracht worden, die nur gelöst und entsprechend verdünnt zu werden brauchen: Kupferzuckerkalk (Aschenbrandt in Straßburg), Kupferklebekalk (v. Kalkstein in Heidelberg), Packung „Bordo" der schweizerischen Kalkbrennerei Hergiswyl.

Die genannten Präparate gehen, wie die Namen Kupferzuckerkalk und Kupferklebekalk erkennen lassen, noch der weiteren Absicht nach, die Haftfähigkeit[1]) der Brühe durch Zusätze von klebenden Substanzen zu erhöhen. Zu diesem Zwecke sind Zucker, Melasse, Leim, Harzseife, Kolophonium, schwefelsaures Aluminium und Salmiak verwendet und empfohlen worden.

Obgleich die pulverförmigen Präparate die Herstellung der Bordeauxbrühe sehr vereinfachen, haben sie bisher doch die auf dem oben beschriebenen Wege aus den verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzte gewöhnliche Brühe nicht zu verdrängen vermocht. Die Gründe hierfür liegen zum Teil in dem höheren Preis dieser Ersatzpräparate, namentlich aber in dem Umstand, daß ihre zunächst vorhandene Wirksamkeit um so mehr nachläßt, je länger sie bis zur Verwendung liegen bleiben.

Erfolgt die Neutralisation der Kupfervitriollösung mit Soda, so entsteht die Kupfersoda- oder Burgunderbrühe, ein viel und mit Erfolg gebrauchter Ersatz für die Kupferkalkbrühe. Sie wird in ähnlicher Weise wie die letztere durch Auflösung von Kupfervitriol und kalzinierter oder kristallisierter Soda in getrennten Gefäßen und Zusammengießen der beiden Lösungen in einem dritten Gefäß zubereitet. Auf je 50 l Wasser nimmt man zur Herstellung einer 1%igen Brühe 1 kg Kupfervitriol und 0,5 kg kalzinierte (wasserfreie) bzw. 1,2 kg kristallisierte (gewöhnliche) Soda.

Die gleiche Brühe erhält man durch Auflösung entsprechender Mengen des im Handel fertig erhältlichen kohlensauren Kupfers. Man löst davon 100 g mit wenig Wasser und verdünnt auf 100 l.

Die letztgenannte Kupferkarbonatbrühe und die Kupfersodabrühe sind in bezug auf Wirksamkeit und Haftfähigkeit der Kupferkalkbrühe gleichwertig, wenn sie richtig

1) Vgl. hierzu die Versuche von Kelhofer: Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1907, 1.

zubereitet und alsbald nach der Herstellung verwendet werden. Geschieht das aber nicht, so bildet sich beim Stehen, besonders beim Vorhandensein eines geringen Sodaüberschusses oder bei Verwendung zu warmen Wassers sehr bald ein körniger Niederschlag und die Wirksamkeit der Brühe geht damit verloren. Die Vorschrift, nur ganz frisch zubereitete Brühe zu verwenden, gilt mithin für die Soda- bzw. Karbonatbrühen ganz besonders. Wie Scherpe (a. a. O. 4) erwähnt, macht ein Zusatz von 50—100 g Seignettesalz oder Weinstein die Brühen aber Monate lang haltbar. Der Weinsteinzusatz hat bereits zu der Sodalösung zu erfolgen.

Unter dem Namen „Heufelder Kupfersoda" stellt die chemische Fabrik Heufeld in Oberbayern ein pulverförmiges Präparat her, dessen einfache Verwendung — es braucht nur in der entsprechenden Menge Wasser gelöst zu werden — ihm ziemlichen Eingang in die Praxis verschafft hat.

Die im Pflanzenschutz weiterhin noch bekannten vom Kupfervitriol ausgehenden Brühen: Kupfernatronbrühe (Base: Natronlauge), Kupferkalibrühe (Base: Kalilauge) und Kupferammoniakbrühe = Azurin (Base: Ammoniak) finden in der Forstwirtschaft ebenso wenig Verwendung wie die aus essigsaurem oder gerbsaurem Kupfer hergestellten Präparate.

Die Technik der Kupferbrühenverfahren s. unter „Kiefernschütte".

Die fungizide Wirkung der Kupferbrühen beruht allein im Kupfergehalt. Sowohl durch die bespritzte Pflanze, wie auch durch die anfliegenden Pilzsporen werden durch Fermentwirkung chemische Umsetzungen des neutralisierten Kupfers hervorgerufen. Die dabei entstehenden Kupferverbindungen wirken abtötend auf die Sporen und freiliegenden Pilzhyphen oder Fruchtkörper ein.

Die hier und da beobachtete günstige, in Kräftigung und tieferer Ergrünung der bespritzten Pflanzen vermutete Nebenwirkung des Bordelaisierens scheint nicht vorhanden zu sein. Es ist vielmehr anzunehmen, daß Assimilationstätigkeit, Stoffwechsel, Atmung und Transpiration um so mehr gehemmt werden, je dicker der durch einmaliges oder wiederholtes Bespritzen erzeugte Kupferüberzug ist.[1])

Neben den Kupfervitriollösungen hat in neuerer Zeit noch fein zermahlener Schwefel in der Forstwirtschaft Anwendung als Fungizid gefunden. Er wird entweder als Pulver (Schwefelblume) mit Hilfe eines Blasebalges oder der Schwefelquaste auf die Pflanzen aufgestäubt oder auch in wässeriger Lösung als Schwefelkalk (Schwefelleber) aufgespritzt. Vgl. Näheres unter Eichenmehltau.

6. Einteilung der Pilze.

Abgesehen von der schon oben (S. 164) erwähnten Einteilung der Pilze in Saprophyten oder Fäulnispilze und Parasiten oder echte Schmarotzer lassen sich die für den Forstschutz zunächst in Betracht kommenden Parasiten in biologischer Hinsicht in Laub- und Nadelholzparasiten und weiterhin nach den befallenen Baumteilen trennen. Man spricht dann von Wurzel-, Holz-, Rinden-, Blatt- und Fruchtparasiten.

Diese Einteilung liegt den forstlichen Bedürfnissen und Zwecken besonders nahe. Sie leidet aber, wie jede Einteilung nach biologischen Gesichtspunkten, an dem Übelstand, daß systematisch verwandte und nahestehende Formen auseinander gerissen werden. Weiterhin läßt sie sich nicht streng durchführen, weil manche Pilze sowohl an Laub-, wie Nadelhölzern günstige Entwicklungsbedingungen finden und weil die Beschränkung des einzelnen Pilzes auf diesen oder jenen Teil der Wirtspflanze keineswegs immer scharf ausgeprägt ist.

Wir ziehen es deshalb vor, die Pilzkrankheiten der forstlichen Kulturgewächse nach der systematischen Stellung ihrer Erreger zu besprechen.

1) Vgl. Schander, R.: Landw. Jahrbücher 1904, 517 u. Ewert: das. 1905, 233.

Übersicht über die Hauptgruppen der Eumyceten.

1. Hauptgruppe: Myzel ungegliedert (unseptiert), häufig schlauchförmig und zuweilen reich verzweigt. Fortpflanzung geschlechtlich oder ungeschlechtlich: Phycomycetes, Algenpilze.

I. Hauptreihe: Oomycetes.

Geschlechtszellen (Gameten) verschieden, die männliche Zelle (Antheridium) kleiner als die weibliche (Oogonium); meist Wasserformen.

II. Hauptreihe: Zygomycetes.

Geschlechtszellen nicht verschieden; Landformen.

2. Hauptgruppe: Myzel gegliedert (septiert). Fortpflanzung ungeschlechtlich: Mycomycetes.

III. Hauptreihe. Ascomycetes, Schlauchpilze.

Hauptfruchtform (Sporen) in langgestreckten, keulenförmigen, teils frei an den Hyphen, gewöhnlich aber in Fruchtkörpern stehenden Sporangien (Asci) erzeugt. Neben der Fortpflanzung durch Sporen bei vielen Arten noch Konidienbildung.

IV. Hauptreihe. Basidiomycetes, Basidienpilze.

Hauptfruchtform (Konidien) an Basidien, die bei einigen Ordnungen an der Oberfläche oder auch im Innern pseudoparenchymatischer Fruchtkörper zu dichten Schichten (Hymenien) vereinigt sind. Als Nebenfruchtform treten vereinzelt Chlamydosporen auf.

Bei einer großen Anzahl von Pilzen mit mehrzelligem Myzel sind weder Asci noch Basidien, sondern nur Konidien verschiedener Herkunft, von einzelnen Pilzen auch nur Myzelformen bekannt. Alle diese Pilze, über deren Entwicklungsgang und systematische Stellung somit noch keine Klarheit herrscht, werden als Fungi imperfecti, unvollständig bekannte Pilze, zusammengefaßt.

Zweites Kapitel.

Die schädlichen Pilze, ihre Lebensweise und Bekämpfung.

Im nachstehenden sollen diejenigen Pilze, deren forstliche Schädlichkeit durch Beobachtung und Infektionsversuche nachgewiesen worden ist, ihrer Bedeutung entsprechend eine mehr oder weniger eingehende Erwähnung finden.

Wir beschränken uns hierbei im wesentlichen auf eine kurze Charakteristik der äußeren Erscheinung, auf Angabe der Bestandsformen, Standörtlichkeiten und Verbreitungsgebiete, in welchen die betreffenden Schmarotzer aufzutreten pflegen, sowie auf eine Schilderung des Schadens und der anzuwendenden Bekämpfungsmaßregeln. Bezüglich der inneren pathologischen Vorgänge, deren Schilderung Sache von Spezialschriften und ohne Beigabe von Abbildungen über den Bau und die weitere Entwicklung der Pilze nicht vollständig zu verstehen ist, verweisen wir namentlich auf die früher genannten Schriften von R. Hartig, sowie auf die Arbeiten der in neuerer Zeit auf forstlich mykologischem Gebiete tätigen Forscher: Frhr. v. Tubeuf, Möller, Neger, Münch, Lindau, Laubert, Haack u. a.

Um die Orientierung über die wichtigeren der besprochenen Pilzarten, sowie das Auffinden des Erregers der im Walde vorkommenden Baumkrankheiten zu erleichtern, schicken wir eine kurze, tabellarische Übersicht nach biologischen Gesichtspunkten (Wirtspflanze, befallener Baumteil, Alter der Wirtspflanze) voraus.

Befallener Baumteil	Holzart	Alter der Wirtspflanze	Name des Parasiten	Systematische Stellung Ordnung	Familie	Nr.
1	2	3	4	5	6	7
			I. Laubholzparasiten.			
A. An den Wurzeln, am Wurzelstock, Stengel u. Blättern ganz junger Pflanzen	alle Laub- u. Nadelhölzer, namentlich aber Buche	Keimlinge	Phytophthora omnivora de Bary	Oomycetes	Perenosporaceae	1
	Ahorn	„	Cercospora acerina R. Htg.	Fungi imperfecti	Hyphomycetes	49
	Eiche, seltener andere Laubhölzer oder Nadelhölzer	junge 1—3 jh. Pflanzen	Rosellinia quercina R. Htg.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Sphaeriaceae	6
B. Am Schaft u. an den Ästen. a) im Holz	Buche (Eiche, Ulme)	meist ältere Hölzer	Fomes (Polyporus) fomentarius Fr.	Basidiomycetes (Hymenomycetes)	Polyporaceae	40
	Eiche, Weide, Apfelbaum u. a.	desgl.	Fomes (Polyp.) igniarius Fr.	desgl.	desgl.	40
	Pflaumbaum, Aspe, Hornbaum u. a.	„	Fomes (Polyp.) fulvus Fr.	„	„	40
	Eiche, Erle, Weide, Pappel u. a.	„	Polyporus sulphureus Bull.	„	„	40
	Eiche	„	Polyporus dryadeus Fr.	„	„	40
	Birke	„	Polyporus betulinus Fr.	„	„	40
	desgl.	„	Poria (Polyp.) laevigata Fr.	„	„	40
	Weide	„	Fomes (Polyp.) salicinus Fr.	„	„	40
	alle Laubhölzer	„	Polyporus squamosus Fr.	„	„	40
	Birke	„	Polyporus nigricans Fr.	„	„	40
	Esche, Ulme, Maulbeerbaum u. a.	„	Polyporus hispidus Fr.	„	„	40
	Eiche, Buche	„	Hydnum diversidens Fr.	„	Hydnaceae	40
	Eiche	„	Stereum frustulosum Fr.	„	Telephoraceae	40
	desgl.	„	Stereum hirsutum Fr.	„	desgl.	40
	Hornbaum	alle Altersstufen	Clithris quercina Rehm.	Ascomycetes (Discomycetes)	Phacidaceae	20

Befallener Baumteil	Holzart	Alter der Wirtspflanze	Name des Parasiten	Systematische Stellung Ordnung	Familie	Nr.
1	2	3	4	5	6	7
b) in der Rinde (und im Holz)	alle Laubhölzer, besonders Buchen u. Obstbäume	alle Altersstufen	Nectria ditissima Tul.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Hypocreaceae	3
	desgl.	desgl.	Nectria cinnabarina Fr.	desgl.	desgl.	4
	Eiche	Heistern und jüngere Stangen	Dothidea noxia Ruhl.	"	Sphaeriaceae	7
	desgl.	desgl.	Aglaospora taleola Tul.	"	desgl.	8
	Erle	alle Altersstufen	Valsa oxystoma Rehm	"	"	9
	Hornbaum	desgl.	Dermatea carpinea Rehm	Ascomycetes (Discomycetes)	Pezizineae	25
	alle Laubholzarten	junge Pflanzen	Pestalozzia Hartigii v. Tub.	Fungi imperfecti	Melanconiales	46
C. An den Blättern	Platane	alle Altersstufen	Gnomonia veneta Kleb.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Sphaeriaceae	10
	Ahorne	desgl.	Rhytisma acerinum Pers.	Ascomycetes (Discomycetes)	Phacidaceae	19
	Aspe, Grau- u. Silberpappel	"	Melampsora pinitorqua Rostr.	Basidiomycetes	Melampsoraceae	27
	desgl.	"	Melampsora Larici-Tremulae Kleb.	desgl.	desgl.	28
	Weidenarten	"	Melampsora-Arten	"	"	29
D. An den Blättern und jungen Trieben	Eiche (Buche)	alle Altersstufen, zumeist aber jüngere Pflanzen- u. Stockausschläge	Microsphaera alni var. quercina Neger	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Erysiphaceae	2
			II. Nadelholzparasiten.			
A. An den Wurzeln, am Wurzelstock u. im unteren Stammteil	alle Nadelhölzer	junge Pflanzen	Rhizina undulata Fr.	Ascomycetes (Discomycetes)	Rhizinaceae	26
	desgl.	Keimlinge	Fusoma Pini R. Htg.	Fungi imperfecti	Hyphomycetes	48
	desgl. namentlich Kiefer, Fichte	alle Altersstufen, namentlich 25—40-jhr. Stangen	Fomes (Polyporus) annosus Fr.	Basidiomycetes (Hymenomycetes)	Polyporaceae	39

Befallener Baumteil	Holzart	Alter der Wirtspflanze	Name des Parasiten	Systematische Stellung Ordnung	Familie	Nr.
1	2	3	4	5	6	7
	desgl.	alle Altersstufen, namentlich junge bis 15 jährige Pflanzen	Agaricus melleus Vahl.	Basidiomycetes (Hymenomycetes)	Agaricaceae	41
B. Am Schaft u. an den Ästen bzw. an jungen Trieben a) im Holz	Kiefer und andere Nadelhölzer	alle Altersstufen	Ceratostomella pilifera Fr.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Sphaeriaceae	14
	desgl.	ausschließlich ältere u. alte Hölzer	Trametes Pini Fr.	Basidiomycetes (Hymenomycetes)	Polyporaceae	38
	Fichte, Kiefer, seltener Tanne	desgl.	Poria (Polyporus) vaporaria Pers.	desgl.	desgl.	40
	Kiefer, Weymouthskiefer	"	Polyporus sistotremoides Alb. et Schw.	"	"	40
	Fichte	"	Polyporus borealis Fr.	"	"	40
	Fichte und Tanne	"	Fomes (Polyp.) Hartigii Allesch.	"	"	40
	Kiefer, Fichte Tanne	"	Fomes (Polyp.) pinicola Fr.	"	"	40
b) in der Rinde	alle Nadelhölzer, namentlich Fichte	jüngere, 1—4 m hohe Bäume	Nectria cucurbitula Fr.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Hypocreaceae	5
	Lärche	alle Altersstufen, namentlich aber 10—40 jh. Bäume	Peziza Willkommii R. Htg.	Ascomycetes (Discomycetes)	Pezizineae	21
	Fichte	alle Altersstufen	Peziza calyciformis Willd.	desgl.	desgl.	22
	Kiefer, Berg- und Weymouthskiefer	1—10 jh. Pflanzen	Caeoma pinitorquum Rostr.	Basidiomycetes (Uredineae)	Melampsoraceae	27
	Tanne	alle Altersstufen	Aecidium elatinum Alb. et Schw.	desgl.	desgl.	30
	Kiefer	desgl.	Peridermium Pini Willd. (f. corticola)	"	"	33
	Weymouthskiefer	alle Altersstufen, namentlich junge Pflanzen	Peridermium Strobi Kleb.	"	"	34

Befallener Baumteil	Holzart	Alter der Wirtspflanze	Name des Parasiten	Systematische Stellung Ordnung	Systematische Stellung Familie	Nr.
1	2	3	4	5	6	7
	Juniperus-Arten	alle Altersstufen	Gymnosporangium-Arten	Basidiomycetes (Uredineae)	Melampsoraceae	37
	alle Nadelholzarten	junge Pflanzen	Pestalozzia Hartigii v. Tub.	Fungi imperfecti	Melanconiales	46
	Cupressineen	desgl.	Pestalozzia funerea Desm.	„	desgl.	47
C. An den Nadeln	Lärche	alle Altersstufen	Sphaerella laricina R. Htg.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Sphaeriaceae	13
	Weymouthskiefer	desgl.	Hypoderma brachysporum Rostr.	Ascomycetes (Discomycetes)	Hypodermataceae	15
	gem. Kiefer und andere Kieferarten	1—10jh. Pflanzen	Lophodermium Pinastri Chev.	desgl.	desgl.	16
	Fichte	alle Altersstufen	Lophodermium macrosporum R. Htg.	„	„	17
	Tanne	desgl.	Lophodermium nervisequium DC.	„	„	18
	Lärche	alle Altersstufen	Caeoma Laricis R. Htg.	Basidiomycetes (Uredineae)	Melampsoraceae	28
	Tanne	desgl.	Aecidium columnare Alb. et Schw.	desgl.	desgl.	31
	Kiefer, Bergkiefer	jüngere, bis 30jh. Pflanzen	Peridermium Pini Willd. f. acicola	„	„	32
	Fichte	alle Altersstufen	Aecidium abietinum Alb. et Schw.	„	„	35
	desgl.	10—40jh. Bäume	Chrysomyxa Abietis Ung.	„	„	36
D. An den Nadeln u. jungen Trieben	Tanne	20—40jähr. Bäume	Trichosphaeria parasitica R. Htg.	Ascomycetes (Pyrenomycetes)	Sphaeriaceae	11
	Fichte, Bergkiefer, Wacholder	bis 1 m hohe Pflanzen	Herpotrichia nigra R. Htg.	desgl.	desgl.	12

Befallener Baumteil	Holzart	Alter der Wirtspflanze	Name des Parasiten	Systematische Stellung Ordnung	Familie	Nr.
1	2	3	4	5	6	7
D. An den Nadeln u. jungen Trieben	Fichte, Douglasie, Tanne und andere (namentlich auch eingeführte) Nadelhölzer	junge, in Frostpartien stockende Pflanzen	Botrytis cinerea Pers.	Ascomycetes (Discomycetes)	Pezizineae	23
	gem. Kiefer, Bergkiefer, Pechkiefer	über 5 Jahr alte Pflanzen	Cenangium Abietis Rehm	desgl.	desgl.	24
	alle Nadelholzarten	junge Pflanzen in Kämpen und Kulturen	Thelephora laciniata Pers.	Basidiomycetes (Hymenomycetes)	Thelephoraceae	42
	Tanne	alle Altersstufen, namentlich ältere u. alte Bäume	Phoma abietina R. Htg.	Fungi imperfecti	Sphaeropsidales	43
	Fichte	junge Pflanzen u. ältere bis zum Stangenholzalter	Septoria parasitica R. Htg.	desgl.	desgl.	44
	Kiefer	bis 25jährige Bäume	Hendersonia acicola Münch et v. Tub.	"	"	45
E. An Zapfen	Fichte	—	Aecidium strobilinum Alb. et Schw.	Basidiomycetes (Uredineae)	Melampsoraceae	31

Ordnung Oomycetes.

Unter den teilweis sehr ernsthaften Kulturschädlingen aus der an das Landleben angepaßten Unterordnung der Perenosporaceae hat nur einer forstliche Bedeutung. Es ist ein naher Verwandter der das Schwarzwerden (Krautfäule) des Kartoffelkrautes herbeiführenden Phytophthora infestans de Bary.

1. Phytophthora omnivora de Bary = Ph. fagi R. Hartig.

Buchen-Keimlingspilz.[1])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der Pilz erzeugt die als „Buchenkeimlingskrankheit" bekannte Jugendkrankheit der **Buche**, befällt aber auch alle anderen **Laubhölzer**, sowie die Keimlinge von **Nadelhölzern**, namentlich von **Fichte** und **Kiefer**.

Die Krankheit äußert sich dadurch, daß die Buchenkeimlinge bisweilen schon während der Keimung oder später nach dem Erscheinen der Kotyledonen von unten

1) Hartig, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1876, 117; Forstw. Zbl. 1879, 161; 1883, 593; Unters. a. d. forstbot. Inst. I, 33. — v. Liebenberg: Zbl. f. d. ges. Fw. 1882, 24.

her schwarz werden, zusammenschrumpfen und absterben. Die Kotyledonen bzw. Primordialblätter bekommen gewöhnlich zuerst in der Nähe des Stengelchens mißfarbige, später dunkle Flecken und verlieren ihre frischgrüne Färbung. Bei Regenwetter im Mai oder Juni ergreift die Fäulnis bald das ganze Pflänzchen. Bei trockener Witterung sehen die befallenen Individuen wie durch Hitze getötet oder von Feuer versengt aus. Mitunter tritt der Pilz in Gemeinschaft mit Lachnus fagi L. (Bd. I, S. 507) auf.[1])

Ob die Buchenkeimlinge durch Hitze oder den Pilz getötet wurden, läßt sich (nach Borgmann) an folgenden Merkmalen erkennen:

Beim Absterben durch Dürre erscheinen die vertrockneten Primordialblätter zusammengerollt. Die Blattfläche der durch den Pilz getöteten Blätter hingegen bleibt stets ausgebreitet und eben. Das Braunwerden geht hier meist vom Rande und von der Blattspitze aus, so daß an der Blattbasis häufig noch unveränderte grüne Blattsubstanz vorhanden ist.

Beim Absterben durch Dürre ist ferner die Plumula stets verschrumpft und vertrocknet und keine Knospenanlage vorhanden. Beim Absterben durch den Pilz hingegen kommt es häufig vor, daß die Plumula nicht ergriffen wird und öfters eine — wenn auch schwächliche — Knospe sich ausbildet.

Die erste Infektion erfolgt durch Eisporen (Oosporen), welche im Boden geruht haben. Das Myzel verbreitet sich interzellular im Stengel und in den Samenlappen und saugt durch Haustorien das Plasma der Zellen aus. Bald durchbrechen zahlreiche Hyphen von innen die Epidermis oder kommen aus den Spaltöffnungen zum Vorschein und werden zu Sporangienträgern. Die von diesen abgeschnürten zitronenförmigen Sporangien (Konidien) keimen entweder direkt aus oder entlassen zahlreiche Schwärmsporen, die ihrerseits nach kurzer Schwärmzeit zur Ruhe kommen, auskeimen und auf diese Weise zur schnellen Ausbreitung der Krankheit beitragen.

Die Entwickelung des Pilzes geht bei Regen und in dumpfen Lagen rasch vor sich. Gleichzeitig bilden sich im Inneren der Gewebe durch geschlechtliche Befruchtung dickwandige Eisporen, welche schließlich mit den faulenden Pflanzenteilen in den Boden gelangen und sich hier Jahre hindurch keimfähig erhalten. Sie pflanzen die Krankheit von Jahr zu Jahr fort, wenn in den betreffenden Örtlichkeiten (Saatbeeten) abermals Bucheln usw. zur Aussaat gelangen.

Die Krankheitssymptome bei den anderen Holzarten sind ähnlich wie bei der Buche. Wenn nur die Spitze des Keimlings (einschl. Blättern) befallen wird, so erholt sich das Pflänzchen nicht selten; es verfällt aber sicher dem Tode, sobald der Stengel von unten her infiziert wurde.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Buchenverjüngungen in schattigen Lagen, sowie Saatkämpe und Freisaaten aller vom Pilz gefährdeten Holzarten haben durch diese Jugendkrankheit ab und zu zu leiden. Außer durch den Wind werden die Sporen auch durch Tiere und Menschen verschleppt.

Die Buchenkeimlingskrankheit wurde nach den in der Literatur vorhandenen Notizen beobachtet im Harze (bei Ilsenburg 1861)[2]), im Frankfurter Stadtwalde (1872), im gotha-

1) Borgmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1889, 753. — 2) Verhdlgn. d. Harzer Forst-Vereins 1861, 21.

ischen Thüringerwalde (Tambuch, Liebensteiner Revier usw. 1874)[1]), im Forstgarten zu München (1880), später auch in Freysing, im akademischen Forstgarten bei Gießen (1882 und 1891), in Mähren (Revier Haslicht 1887)[2]), in der preußischen Oberförsterei Oberaula (1889)[3]), in Sachsen (Revier Fischbach 1909)[4]) usw.

C. Bekämpfung.

1. Vorbeugend wirkt Bespritzen der Buchensaaten mit Fungiziden. Am besten wirkt Bordeauxbrühe, ungefähr gleich kommt Kupfersodabrühe[5]) (vgl. S. 169 flgde.).

2. Sofortiges Ausheben und Verbrennen der kranken Pflanzen, samt dem auf dem Boden liegenden Laube und Übererden der befallenen Flächen.

Aufmerksame Beobachtung der Buchensaatbeete ist besonders bei Regenwetter im Mai und Juni geboten. Um die Schwärmsporen nicht zu verschleppen, dürfen erkrankte Beete möglichst nicht betreten werden.

3. Beseitigung aller künstlichen Beschattungsvorrichtungen (Saatgitter, Deckreisig).

Die Konidien sind gegen Austrocknen außerordentlich empfindlich; bei Trockenheit erlischt ihre Keimkraft schnell. Unter Umständen kann deshalb Durchglühen des Bodens durch Anbrennen dürren Reisigs auf den verseuchten Beeten in Frage kommen. Zweckmäßiger ist es aber gewöhnlich, für Entwässerung zu nasser Beete (bei bindigem Boden) zu sorgen.

Saatbeete, auf welchen sich die Krankheit gezeigt hat, dürfen in den nächsten Jahren nicht wieder zur Saat, sondern höchstens zur Verschulung benutzt werden oder sind unbenutzt liegen zu lassen.

Ordnung Ascomycetes, Schlauchpilze.

In der formenreichen Hauptordnung der Schlauchpilze enthalten die 3 Unterordnungen Protodiscineae, Pyrenomycetes und Discomycetes eine große Anzahl wichtiger Schädlinge.

Die durch hüllenlose, frei an den Myzelfäden stehende, aber hymenienartig vereinigte Asci gekennzeichneten Protodiscineae umfassen 2 Familien, von denen nur eine, die Exoascaceae, Parasiten enthält. Bei den Pyrenomceyeten und Discomyceten befinden sich die Asci in Fruchtkörpern, die bei den Pyrenomyceten allseitig geschlossen sind und sich nur an der Spitze öffnen, während sie bei den Discomyceten offen, becher-, schüssel-, scheiben- oder kreisförmig sind.

Familie Exoascaceae.

Die hierher gehörigen Parasiten haben eine sehr geringe wirtschaftliche Bedeutung. Sie sind nur deshalb erwähnenswert, weil sich bei manchen Holzgewächsen unter dem Einfluß des in Knospen und älteren Achsenteilen perennierenden Myzels eigenartige, durch reiche Zweigbildung auffallende, oft nesterartige Büsche, sog. Hexenbesen, mit teils gestreckten, teils gekürzten Zweigen bilden. Die hypertrophische Entwickelung infizierter Seitenknospen hat zuweilen Absterben oder Verkümmern des Haupttriebes zur Folge. Andere Exoasceen rufen bloße Sproßdeformationen oder blasige Auswüchse und Flecken an Blättern, einige auch Deformationen der Früchte hervor.

Hexenbesen[6]) werden erzeugt von Taphrina Carpini Rostr. auf Hornbaum, T. epiphylla Sadeb. auf Weißerle, T. betulina Sadeb. und T. turgida Sadeb. auf Birke, T. Cerasi Sadeb. und T. Insititiae Johans. auf Prunus-Arten.

1) Hartig: Ztschr. f. F. u. Jw. 1876, 117. — 2) Baudisch: Zbl. f. d. ges. Fw. 1888, 382. — 3) Borgmann: a. a. O. — 4) Reger: Thar. Jhrb. 1910, 142. — 5) Prakt. Fw. f. d. Schw. 1895, 151. — 6) Solereder: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1905, 17.

Blasige Auftreibungen auf Blättern werden z. B. von Taphrina aurea Fries an Pappelarten und von T. Tosquinetii Magn. an den Erlen veranlaßt. — Auffällig sind auch die von dem zuletzt genannten Pilz oder von T. Alni incanae Magn. an den Erlenkätzchen hervorgerufenen roten taschenartigen Umbildungen einzelner Deckschuppen.

Einen nachweislichen Schaden hat bisher keine der zahlreichen Taphrina-Arten angerichtet.

Anmerkungsweise sei hier erwähnt, daß die mitunter höchst auffälligen Hexenbesen der Fichte, Kiefer und Bergkiefer nach v. Tubeuf[1]) nicht parasitär sind, sondern nur Knospenmutationen darstellen.

Familie Erysiphaceae, Mehltaupilze.

Die Mehltaupilze leben sämtlich epiphytisch auf den von ihnen befallenen Teilen der Nährpflanze. Sie überziehen Blätter und Stengel mit ihrem verzweigten Myzel und erzeugen hierbei an zahlreichen sich aufrichtenden Seitenzweigen (Konidienträgern) mehr oder weniger lange, aus eiförmigen Gliedersporen (Oidien) bestehende Konidienketten. Die Konidien werden vom Winde leicht fortgetragen und breiten die Krankheit rasch aus. Außer den Oidien entstehen noch kugelige, allseitig umschlossene, später schwarzbraun werdende Schlauchfrüchte, Perithecien, deren Sporen durch Verwittern der Wandung frei werden.

Der durch die Mehltaupilze angerichtete Schaden besteht darin, daß die vom Myzel überzogenen, wie mit Mehl bestäubt aussehenden Blätter usw. (s. Abb. 45) unter der Einwirkung der von den Hyphen in die Epidermiszellen versenkten Haustorien verkümmern, zusammenschrumpfen und getötet werden, namentlich dann, wenn die Infektion im Frühjahr bald nach dem Austreiben der Blätter erfolgt.



Abb. 45. Vom Eichenmehltau befallener Johannistrieb der Eiche (phot. von F. Reger).

Geringe forstliche Bedeutung haben: Uncinula Aceris D. C. durch gelegentliche Schädigung der Blätter und jungen Triebe von Ahorn und Phyllactinia suffulta Rebent. durch Mehltaubildung auf allen möglichen Laubhölzern.

Dagegen hat sich in neuerer Zeit der nachstehend genannte Mehltaupilz sehr unangenehm bemerkbar gemacht.

2. Microsphaera Alni (Wallr.), var. quercina = M. alphitoides Griffon et Maublanc. Eichenmehltau.[2])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der Pilz, dessen Artfrage infolge Nichtauffindens der Perithecien lange Zeit unentschieden war, befällt die Eichen, namentlich 2—3 m hohe Gertenhölzer, Stockausschläge und Pflanzgärten, bisweilen aber auch ältere Stangenhölzer und selbst Altholzbestände. Er überzieht Blätter und unverholzte Achsen (Abb. 45), besonders an Johannistrieben, und veranlaßt Zusammenrollen und Absterben der Blätter, sowie

1) Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1910, 349; 1912, 62. — 2) Reger: das. 1908, 539; 1909, 114; 1915, 1; Thar. Jhrb. 1910, 161; 1911, 1. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L.

Welkwerden eines Teiles der Gipfeltriebe. Neben den jungen (Johannis-)Trieben werden bei starkem Befall auch ältere Blätter überzogen und zum Vertrocknen gebracht; auch höhere Bäume können dann den größeren Teil ihrer Belaubung verlieren. Besonders exponiert scheinen Rand- und vorwüchsige Bäume zu sein. Die Überwinterung des Pilzes erfolgt nicht durch Konidien, sondern durch Myzel in den Knospen.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Eichenmehltaupilz ist seit 1907 im größeren Teile Europas epidemisch und teilweise so intensiv aufgetreten, daß — namentlich in Pflanzgärten und jungen Kulturen — erhebliche Schäden entstanden sind. Befallen wurden in erster Linie die einheimischen Eichen, insbesondere die Stieleiche, sowie Quercus Tozza. Zerr- und Roteichen haben sich im allgemeinen widerstandsfähiger, hier und da fast immun gezeigt. Ebenso wurden Kork- und Steineiche, sowie Edelkastanie zumeist nicht befallen. Unter Umständen aber geht der Pilz auf Buche (Stockausschläge) über.

Verheerendes Auftreten des Mehltaues scheint an hohe Temperatur und feuchte Witterung gebunden zu sein. Außerdem üben volle Belichtung und Wasserreichtum der Blattorgane auf Konidienbildung und Keimung der Konidien einen fördernden Einfluß aus. Gewöhnlich werden nur die Johannistriebe im Juli und August befallen. Warme Frühjahrswitterung aber kann frühzeitigeren Ausbruch der Krankheit und Befall der ersten Triebe veranlassen. Ausgewachsene Blätter werden infolge ihrer verdickten Kutikula und zwar namentlich an der Blattoberseite weniger leicht infiziert als junge Blätter bzw. die Blattunterseite. Achsenteile einjähriger Triebe werden viel seltener infiziert als Blätter, unterliegen aber merkwürdigerweise der zelltötenden Wirkung des Pilzes weit mehr als die Blattorgane. Besonders gefährlich wird der Pilz den nach Maikäfer- oder Raupen-(Tortrix viridana-)fraß gebildeten Ersatztrieben.

Wie große Schäden durch das Zusammenwirken von Raupenfraß und Mehltaupilz hervorgerufen werden können, bezeugen mehrfache Vorkommnisse. Bei Agram sind nach Eigner[1]) Eichenbestände auf einer Fläche von 1200 ha auf diese Weise mehr oder weniger vollständig vernichtet worden. Im fürstlich Thurn- und Taxisschen Forstamt Lekenik sind in einem Jahre 16000 fm, auf der Erzherzog Friedrichschen Domäne Topolovac 8000 fm, in den Gemeindewaldungen von Brod a. d. Save ebenfalls 8000 fm Mehltaueichen wegen Absterbens zum Einschlag gekommen.[2]) Im ganzen wurden im Bezirk Lekenik 70000 fm, in Topolovac 12000 fm dürre Eichen eingeschlagen[3]) Gleiche Schäden werden aus Westfalen gemeldet.[4])

C. Bekämpfung.

1. Bespritzen der erkrankten Pflanzen (in Pflanzengärten usw.) mit Schwefelkalkbrühe in Verdünnung 1 : 20 oder 1 : 30 bzw. Bestäuben mit Schwefelblume.

---

u. Fw. 1908, 541; 1909, 119. — Eulefeld: das. 1910, 551. — Kirchner: das. 1909, 218; Allg. F. u. J.-Ztg. 1909, 158. — Roth: das. 1915, 260. — Griffon et Maublanc: Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, tome 147 (1908), 487; t. 154 (1912), 935.

1) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 498. — 2) Nikodem: Verhdlgn. d. Forstw. v. M. u. Schl. 1912, 305. — 3) Ders.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1913, 438. — 4) Baumgarten: Ztschr. f. F. u. Jw. 1912, 154.

Die Schwefelkalkbrühe oder kalifornische Brühe[1]) wird in konzentrierter Form u. a. von der Agrikulturabteilung der Schwefelproduzenten Hamburgs in den Handel gebracht. Auf 100 l Wasser kommen 15 kg Kalk und 15 kg Schwefel. Die beim Sieden entstehenden Kalziumtetra- und -pentasulfide sind im Wasser leicht löslich. Zur Herstellung der Spritzflüssigkeit bedarf es nur eines entsprechenden Wasserzusatzes zu der lange Zeit gebrauchsfähig bleibenden Lösung.

Das Spritzen ist im Laufe des Sommers um so öfter zu wiederholen, je regnerischer die Witterung ist. Bei trockenem Wetter hält die Wirkung des Schwefels zwar mehrere Wochen an, erstreckt sich aber nur auf die bespritzten Blätter. Die an den Johannistrieben sich entwickelnden neuen Blätter müssen durch wiederholtes Spritzen geschützt werden. Bei rechtzeitigem Spritzen verschwindet der Pilz von den befallenen Blättern in 1—2 Tagen fast vollständig. Beschädigungen der Blätter sind bisher, von Zusammenrollungen der zartesten Blättchen nach dem Bespritzen abgesehen, nicht beobachtet worden.

Schwefelpulver[2]), d. i. gemahlener Schwefel (Ventilato-Trezzo-Schwefel, 1 Ztr. 10—11 Mk.), mit Hilfe eines Blasebalges (Diedelsfelder Rebschwefler, Preis 25 Mk.) oder mittels der Schwefelquaste aufzubringen, wird von manchen Seiten als weniger nachhaltig und wirksam angesehen als das Bespritzen mit Schwefelkalkbrühe, weil es nicht leicht gelingt, das Schwefelpulver genügend fein und gleichmäßig zu verteilen. Die von Hähnle[3]) in Gundelsheim (Württemberg) durchgeführten Bekämpfungsversuche ließen eine länger andauernde und weitergehende Wirkung der Schwefelkalkbrühe gegenüber dem Schwefelpulver aber nicht erkennen.

Als Bestäubungsmaterial wird neuerdings noch „präzipitierter Schwefel", d. i. aus einer wässerigen Lösung ausgefällter Schwefel, empfohlen; Preis 100 kg 18,5 Mk. Er ist feiner und staubförmiger als der gemahlene Schwefel und soll infolgedessen besser haften.

Die Wirksamkeit der Schwefelkalkbrühe und aller anderen Schwefelmittel (Sulfabion, Polysulfide, Lime-Sulfur) hängt, wie schon angedeutet wurde, sehr von der Witterung ab. Bei regnerischem Wetter ist das Schwefeln ziemlich erfolglos. Des Taues wegen darf es auch nicht in den Morgenstunden erfolgen, sondern erst Mittag oder in den Nachmittagstunden und ist bei Regenwetter zu unterlassen.

Die Bekämpfung mittels Schwefelns kommt naturgemäß nur für Saat- und Pflanzkämpe, allenfalls noch für Freisaaten und Verjüngungen in Betracht. Zu beachten ist hierbei, daß das Schwefeln rechtzeitig vorgenommen wird. Namentlich kurz vor dem Erscheinen der Johannistriebe ist ausgiebig zu schwefeln, um diesen Trieben von Anfang an eine ungestörte Entwickelung zu sichern und das schnelle Umsichgreifen der Krankheit zu hemmen.

Im Saatkamp stellte sich nach Hähnle (a. a. O.) der Aufwand für einmalige Behandlung durchschnittlich für 1 a auf 17,5 Pf. bei Verwendung von Schwefelkalkbrühe und auf 18,3 Pf. bei Verwendung von Schwefelpulver.

2. Überbrausen mit heißem Wasser bzw. mit Salzwasser (1 kg Kochsalz auf 30—50 l Wasser).

3. An erwachsenen Eichen ist eine Bekämpfung nicht durchführbar; hier wirkt nur Mischung der Eiche mit anderen Holzarten vorbeugend.

Als Vorbeugungsmittel kommen außerdem in Betracht: Bevorzugung der widerstandsfähigeren Eichenarten (Traubeneiche, Roteichen) vor den mehltauempfindlichen Arten, Anwendung der Naturverjüngung und Belassung schattenspendender Unkräuter auf Saatbeeten bzw. Mitanbau schnellwachsender Schutzpflanzen.

---

1) Schwartz: Mittlgn. d. Kais. Biol. Anstalt 1910. Hft. 10, 20. — 2) Gelz: D. Forst-Ztg. 1912, 651; 1913, 429. — 3) Bericht üb. d. 26. Vers. d. Württ. Forstvereins 1913, 68.

Unterordnung Pyrenomycetes.

Familie Hypocreaceae.

Fruchtkörper (Perithecien) lebhaft gefärbt, weich. Myzel teils im Rindengewebe, teils im Holzkörper, zur saprophytischen Lebensweise befähigt. Infektionsmöglichkeit an Vorhandensein von Wunden gebunden.

3. Neotria ditissima Tul.[1]
Laubholz-(Buchen-)Krebs.[2]

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Die unter dem Namen „Buchenkrebs" bekannte Krankheit, deren äußere Erscheinung Ähnlichkeit mit dem Lärchenkrebs hat, wird entweder durch Pilze, Insekten oder auch durch Frost hervorgerufen. Oft wirken auch mehrere dieser Ursachen zusammen.

Von den durch Baumläuse (Lachnus exsiccator Alt. und Coccus fagi Bärensp.) erzeugten krebsartigen Erscheinungen war bereits früher die Rede (Bd. I S. 507 u. 522). Über Frostkrebs siehe weiter unten.

Den Pilzkrebs erkennt man an dem lokalen Einschrumpfen, Vertrocknen und Absterben der Rinde und an dem Auftreten zunächst kleiner weißer Konidienpolster (Fusidium candidum Link = Fusarium Willkommii Lindau), später zahlreicher, runder, dunkelroter Kugelfrüchte auf den Krebsstellen.[3]

Die Infektionsmöglichkeit setzt anscheinend das Vorhandensein von Wundstellen (Frost- und Hagelwunden, Verletzungen durch Pflanzenläuse, Einrisse in Astgabeln (s. Abb. 46 u. 48) usw.) voraus. Von der Infektionsstelle aus verbreitet sich das Myzel hauptsächlich in den oberen Gewebepartien, indem es sich gleich einem Keil zwischen die dicken Zellwandungen drängt und die vorher abgestorbenen Zellen auseinandertreibt. In den tieferen Gewebelagen erscheint das Myzel nur spärlich.

Das Myzel tötet durch intensive Fermentausscheidung das lebende Gewebe in weiter Entfernung vom Sitze des Pilzes ab und reizt über die Abtötungsgrenze hinaus durch sein Ferment die benachbarten Geweberegionen zu einem hypertrophischen Zellenwachstum an. Infolgedessen entstehen konzentrisch angeordnete Überwallungswülste um die einsinkende und aufreißende Krebsstelle herum. Beim weiteren, anscheinend ruckweise vor sich gehenden Umsichgreifen der Krankheit werden auch diese Überwallungswülste getötet. Die befallenen Zweige usw. zeigen zu Beginn der Erkrankung spindelförmige Auftreibungen (Abb. 46); späterhin werden sie

---

1) Jos. Weese (Ztschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich 1911, 872; Ztschr. f. Gärungsphysiologie 1912, Hft. 2, 132) ist der Ansicht, daß nicht N. ditissima Tul., sondern N. galligena Bres. der Krebserreger ist. Jos. Brzezinski (Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1903, 95) führt den Laubholzkrebs auf ein Bakterium (Bacterium mali) zurück. — 2) Hartig, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1878, 377; Zbl. f. d. ges. Fw. 1878, 201; Untersuchgn. a. d. forstbot. Inst. zu München I, 109. — Baudisch: Zbl. f. d. ges. Fw. 1895, 51. — Aderhold: Zbl. f. Bakteriologie, Parasitenkde. u. Infektionskrankh. 2. Abtlg. Bd. 10 (1903), 763. — Lapine: Landw. Jhrb. Bd. 21 (1892), 937. — Goethe, R.: Üb. d. Krebs d. Obstbäume. Berlin 1904. — Voges, E.: Zbl. f. Bakteriologie usw. 2. Abtlg. Bd. 39 (1914), 641. — 3) D. mikroskopischen Feinde d. Waldes. 1. Hft. 1866, 101.

infolge Verdrängens des Zuwachses auf die gesunde Seite hin exzentrisch und nehmen zuweilen höchst bizarre Formen an (Abb. 47). „Geschlossene" Krebse entstehen, wenn es dem Baum gelingt, die Krebswunden durch Neubildungen zu schließen und knollenartig zu überwallen. In der Regel aber kommt eine Überwallung nicht zustande; der Krebs bleibt „offen" und wird alljährlich größer. Umfaßt eine Krebsstelle den ganzen Umfang einer Achse, so muß der über der Krebsstelle gelegene Achsenteil absterben. Am unteren Teile jüngerer Stämmchen auftretende Krebse (Stammkrebse) sind deshalb gefährlicher als die an den Seitenachsen vorkommenden Krebsstellen (Astkrebse).

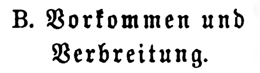


Abb. 46. Junger Buchenzweig mit 3 von Astgabeln ausgegangenen Krebsstellen von Nectria ditissima Tul. p Perithecien (nat. Gr., Orig.).

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Krebs tritt vorwiegend an Obstbäumen, besonders am Apfelbaum, unter den Waldbäumen zumeist an der Buche auf, befällt aber auch Eichen, Esche, Hornbaum, Hasel, Erlen, Linden, Traubenkirsche, Ahorne u. a. Man findet ihn schon in 5—7 jährigen Schonungen, aber auch an über 100 jährigen Stämmen, und zwar am stärksten in Frostlagen und auf anderen ungünstigen Standorten. Die jungen Buchen nehmen infolge des Absterbens der befallenen Zweige und Triebe im Laufe der Jahre immer auffälligere Verunstaltungen und einen krüppelhaften Wuchs an.



Abb. 47. Durch zahlreiche Nectria ditissima-Krebsstellen verunstaltetes Schaftstück einer 25—30 jährigen Buche (nat. Gr., Orig.).

Der Buchenkrebs ist zuerst, namentlich von 1865 ab, im sächsischen Erzgebirge, und zwar im Olbernhauer Reviere (Schaal), beobachtet worden. Man hat der Krankheit seitdem größere Beachtung geschenkt und den Pilz allenthalben als Begleiter der Buche gefunden.

C. Bekämpfung.

1. Vorbeugend wirken Vermeidung von Wunden aller Art, Bekämpfung der Buchen-, Baum- und Wolläuse, Schutzanstrich von Teer usw. an Aufastungswunden.

2. Aushieb der krebskranken Buchen, Eichen usw. bei den Reinigungshieben und Durchforstungen.

3. Sorgfältiges Ausschneiden der Krebsstellen an Obstbäumen bis auf das gesunde Holz und Überstreichen der Wunden mit Baumwachs, Steinkohlenteer, Tannin, Nikotin, Gerbsäure u. dgl. Die Wunden sind zu verbinden. Das Ausschneiden hat in der Vegetationsruhe (Oktober bis März) zu geschehen.



Abb. 48. Alte Nectria ditissima-Krebsstelle in der Astgabel einer 25—30jährigen Buche (nat. Gr., Orig.).

4. Nectria cinnabarina Fr.

Rotpustelkrankheit.[1])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Das Vorhandensein dieser außerordentlich häufigen, an abgestorbenen Laubhölzern aller Art saprophytisch lebenden Nectria-Art verrät sich äußerlich durch das Auftreten der fleisch- oder zinnoberroten, mit Tubercularia vulgaris Fr. bezeichneten Konidienpolster, die meist in großer Anzahl aus der Rinde hervorbrechen (Abb. 49). Wie zuerst von Mayr (a. a. O.) festgestellt wurde, vermag sich das bei saprophytischem Auftreten ausschließlich in der Rinde wuchernde Myzel aber auch im Holzkörper lebender Laubhölzer auszubreiten. Es verursacht hier eine Zersetzung des Inhaltes der stärkemehlführenden Zellen, die zur Folge hat, daß der angegriffene Teil des Holzkörpers sich braun, bei Ahorn grün färbt und seine Wasserleitungsfähigkeit verliert. Dies führt zum Vertrocknen der umschließenden Rinde und zum Absterben der über der erkrankten Partie gelegenen Achsenteile.

Voraussetzung für parasitäre Wirkung des Pilzes ist, wie bei N. ditissima, eine Verletzung des Holzkörpers. Schon starker Frost oder Rindenbrand (mit Abfallen der Rinde) kann Wundstellen erzeugen, von denen aus die Nectria in das

1) Mayr, H.: Unters. a. d. forstbot. Inst. zu München III, 1. — Brick: Jhrb. d. Hamburger wissensch. Anstalten X, 2 S. 1. — Wehmer: Ztschr. f. Pflanzenkr. 1894, 74. — Beck, R.: Thar. Jhrb. 1902, 161. — Laubert: Flugbl. d. Kaiserl. Gesundheitsamtes. Biolog. Abtlg. Nr. 25. 1904.

Holz eindringt. Die Infektion geschieht besonders an Astwunden, aber auch an Wurzelwunden. Das Myzel greift rasch um sich, sodaß es zu Krebsbildungen in der Rinde überhaupt nicht kommt. Die Konidienstromata entwickeln sich am lebhaftesten im Herbst und Frühjahr. Perithecien entstehen selten, dann zumeist rasenweise in bzw. auf dem Tuberkulariastroma, bisweilen aber auch einzeln ohne Zusammenhang mit einem solchen. Sie sitzen in diesem Falle direkt der Rinde auf.

Abb. 49. Schaftstück von Roßkastanie, mit Konidienpolstern (Tubercularia vulgaris Fr.) (*a*) von Nectria cinnabarina Fr. reich besetzt (verklein., Orig. G. K.).

B. Vorkommen und Verbreitung.

Neben saprophytischem Auftreten auf allen durch Frost getöteten oder infolge einer anderen Ursache abgestorbenen Ästen der verschiedensten Laubhölzer und Sträucher kommt der Rotpustelpilz als Parasit auf lebenden jungen Pflanzen, namentlich Hornbaum, Ahorn, Roßkastanie und Ulme vor und bringt diese, wie oft auch einzelne Äste älterer Bäume zum Absterben. Seine Verbreitung erfolgt hauptsächlich durch Konidien, die durch Tiere und Wasser aus den bei Regen aufquellenden Tuberculariapolstern verschleppt werden.

Nadelhölzer sind gegen N. cinnabarina immun. Scheinbares Auftreten des Pilzes auf Tanne[1]) erklärt sich dadurch, daß die betreffende Tanne eine Mistel trug, deren Rindenwurzeln mit Tuberculariapolstern besetzt waren.

C. Bekämpfung.

1. Bestreichen aller Astwunden mit Teer, Baumwachs usw., um der Infektion vorzubeugen.

2. Ausschneiden und Verbrennen der mit Pilzpolstern behafteten Zweige, Äste oder Stämmchen. Die betreffenden Äste sind bis in das gesunde (unverfärbte) Holz zurückzuschneiden. Namentlich in Forstgärten und Baumschulen empfiehlt es sich, alle abgeschnittenen und abgefallenen Zweige zu sammeln und zu verbrennen.

5. Nectria cucurbitula Fr.

Fichtenrindenpilz.[2])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

1. Äußere Symptome der durch den Pilz zumeist an der Fichte hervorgerufenen Krankheit sind: Bleichen der Nadeln, Bräunen und Vertrocknen des Rindenkörpers und Bastgewebes, in der Regel von einer Insektenfraßstelle[3]), seltener von Hagelschlag- oder sonstigen Wunden aus, und Auftreten zahlreicher Gruppen kleiner,

1) Neger: Annales mycologici 1906, 282. — 2) Hartig, R.: Forstw. Zbl. 1879, 471; Untersuchgn. a. d. forstbot. Inst. zu München I, 88. — Pfizenmaier: Allg. F. u. J.-Ztg. 1881, 275. — 3) Grapholitha pactolana Zell. (vgl. Bd. I S. 478).

roter (kürbisähnlicher), durch Zusammenfallen napfförmig werdender Perithecien auf der Rinde (Abb. 50). Die Sporen werden vom Spätherbste bis zum Frühjahr ausgestoßen und erzeugen die Krankheit aufs neue, sobald sie Wundstellen vorfinden.

Das Myzel wächst besonders in den Siebröhren des Weichbastes und den benachbarten Interzellularräumen weiter, ist aber hierbei auf ruhendes Rindengewebe angewiesen. Sein Wachstum hört auf, wenn die Pflanze zu neuer Lebenstätigkeit erwacht.

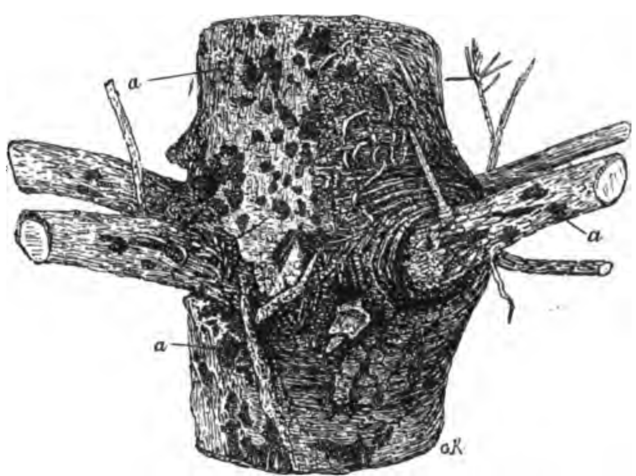


Abb. 50. Schaftstück einer 20jährigen Fichte mit zahlreichen Perithecienhäufchen (*a*) von Neotria cucurbitula Fr. (verkleinert, Orig. G. K.).

Die Gipfelpartien der befallenen Pflanzen sterben ab, sobald das Myzel die Rinde im ganzen Stammumfang getötet hat. Behält das Stämmchen bis zum nächsten Frühjahr auf der einen Seite aber noch gesunde Rinde, so ist es gerettet, denn nun schützt es sich durch Korkbildung gegen die weitere Wucherung des Pilzes. Die getötete Rinde wird abgestoßen und die krebsige Stelle überwallt.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz tritt vorzugsweise (in Frostlagen) an jungen Fichten von 1—4 m Höhe auf; er ist aber auch an Zirbelkiefer und Lärche gefunden worden.

C. Bekämpfung.

1. Ausschneiden der befallenen Triebe bzw. Aushieb der erkrankten Stämmchen.

Der Sporenverbreitung ist durch Verbrennen der infizierten Baumteile vorzubeugen.

Familie Sphaeriaceae.

Fruchtkörper (Perithecien) dunkel bis schwarz, kohlig, im trockenen Zustande mehr oder weniger brüchig, nicht in ein Stroma eingesenkt, einzeln oder rasig gehäuft, mit kleinen papillenförmigen Mündungen.

a) Laubholzschädlinge.

6. Rosellinia quercina R. Htg.

(Eichenwurzeltöter.[1])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Die Blätter junger, meist 1—3jähriger, bisweilen auch älterer Eichen fangen an bleich zu werden und vertrocknen von oben nach unten. Am Stengel, und zwar

1) Hartig, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1876, 329. — Unters. a. d. forstbot. Inst. zu München I, 1. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1900, 243. — Grunert: Forstl. Bl. N. F. 1876, 127; 1877, 93.

knapp unter der Bodenoberfläche, bemerkt man Bräunen und Zusammenschrumpfen der Rinde und des darunter befindlichen Holzgewebes. Zuletzt wird die ganze Pfahlwurzel braun und die Pflanze stirbt ab. An den kranken Wurzeln, und zwar besonders an den Ausgangsstellen der feineren Seitenwurzeln, finden sich vereinzelt schwarze, stecknadelkopfgroße Körperchen, Sklerotien, und zwischen ihnen zahlreiche, erst weiße, später braune Hyphenstränge von Zwirnstärke, die sich mannigfach verästeln, die Wurzeln umspinnen und im Boden fortlaufen. Durch diese Stränge, die „Rhizoctonien", wird die Krankheit rasch von einer Pflanze auf die andere übertragen.

Die Art und Weise der Infektion ist höchst interessant. Da die Hauptwurzel (mit Ausnahme der äußersten Spitze) durch einen Korkmantel gegen das Eindringen der Myzelfäden geschützt ist, so werden zunächst die feinen Seitenwurzeln angegriffen. An deren Basis entstehen fleischige Pilzknollen, welche Myzelfäden in das Innere des Gewebes entsenden. Der Pilz wächst nur bei feuchtwarmer Witterung. Ist das Wetter trocken, so gewinnt die befallene Pflanze Zeit, in der Nähe der Infektionsherde Wundkork zu bilden, welcher das weitere Eindringen des Myzels verhindert. Vermöge der Sklerotien kann der Pilz Trockenperioden im Sommer überstehen, denen das Myzel nicht Stand halten würde.

Die Fortpflanzung erfolgt durch Konidien, die sich im Sommer aus dem oberirdisch vegetierenden Myzel entwickeln, sowie durch die Sporen schwarzer, kugelförmiger Perithecien, welche entweder an den erkrankten Wurzeln oder in deren Nähe an der Bodenoberfläche entstehen.

Das vom Myzel zunächst geschwärzte Holz des erkrankten Stengels wird mit der Zeit weißfaul und so mürbe, daß die Pflanze leicht am Wurzelstock abbricht, wenn man sie derb angreift.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz befällt, wie schon sein Name besagt, vornehmlich die Eichen und vermag in Saatkämpen und dichten Rillensaaten in nassen, regenreichen Jahren größeren Schaden anzurichten.

Neben Eiche werden gelegentlich auch andere Laubhölzer (Bergahorn), hin und wieder sogar Nadelhölzer (Fichte)[1]) befallen.

Man hat diesen Pilz namentlich im nordwestlichen Deutschland beobachtet, u. a. in mehreren Oberförstereien des Regierungsbezirks Koblenz (Eifel), in der Pfalz und an anderen Orten.

Ferner hat er sich 1890 auch in einem württembergischen Reviere gezeigt. Hier wurden durch ihn etwa 100000 Stück 1—3 jährige Eichen getötet. Der betreffende Schaden belief sich auf etwa 800 Mk.[2])

C. Bekämpfung.

1. Isolierung der befallenen Stellen durch Stichgräben.

2. Ausziehen und Verbrennen der erkrankten Pflanzen und Übererden der gesäuberten Flächen.

3. Beseitigung aller künstlichen Beschattungsvorrichtungen.

In Forstgärten ist der die Krankheit von einem Jahr aufs andere übertragenden Sklerotien wegen darauf zu halten, befallene Saatbeete nicht schon im Jahre nach der Erkrankung von neuem zur Anzucht von Eichen zu benutzen.

1) Neger: Thar. Jhrb. 1910, 145. — 2) Lorey: Allg. F. u. J.-Ztg. 1890, 373.

7. Dothidea noxia Ruhland.[1])

Der Pilz befällt Eichenheister und junge Stangen und bringt einzelne Triebe oder Zweige, unter Umständen die ganze Pflanze zum Absterben.

Das in der Rinde vegetierende Myzel bewirkt eine charakteristische Verfärbung der befallenen, allmählich nach oben und unten an Ausdehnung zunehmenden Rindenstelle. Im Verlaufe der Krankheit stirbt der über der heller gefärbten Zone gelegene Achsenteil ab. Die Fruchtkörper des Pilzes (schwärzlichgraue Pykniden mit elliptischen Konidien = Fusicoccum noxium Ruhl. und später dichtgehäufte Perithecien) brechen aus der abgestorbenen Rinde hervor.

Der Pilz scheint namentlich in durch Frost beschädigten Trieben (schlecht verholzten Johannistrieben) günstige Vorbedingungen zu finden.

Bekämpfung: Abschneiden der erkrankten Triebe einige Zentimeter unter der äußerlich erkennbaren Erkrankungsstelle.

8. Aglaospora taleola Tul.[2]) **= Diaporthe taleola Fr.**

Der von R. Hartig beobachtete Pilz erzeugt eine krebsartige Rindenerkrankung jüngerer Eichen. Die Rinde wird platz- und streifenweis braun, stirbt ab, reißt auf und wird abgestoßen. Die erkrankten Partien sind entweder nur kleine Inseln in der gesunden Rinde oder dehnen sich, nach oben und unten spitz zulaufend, in der Längsrichtung des Stammes oft meterlang aus. Das Myzel dringt auch in den Splint ein und bräunt diesen.

Die flaschenförmigen Perithecien erscheinen im 2. Jahre nesterartig in einem pseudoparenchymatischen Stroma zusammensitzend, sind in die Rinde versenkt und münden mit gemeinsamem Halse nach außen.

Bekämpfung: Aushieb des stärker erkrankten Materiales. An kräftigen Stangen überwallen mäßige Rindenrisse und heilen aus.

9. Valsa oxystoma Rehm.[3])

Im Zusammenwirken mit Frost oder Ernährungsstörungen verursacht der Pilz an Schwarz- und Alpenerle Zopfdürre und Absterben einzelner Äste. Die erkrankten Erlen sind daran kenntlich, daß von der Ansatzstelle infizierter Äste $^1/_2$—2 m lange, mehr oder weniger breite, braune Streifen am Stamm herablaufen. Auf diesen Streifen bilden sich schwarze Stromata mit langhalsigen Perithecien.

Bekämpfung: wie beim vorigen.

10. Gnomonia veneta Kleb.[4])

Die unter dem Namen Gloeosporium nervisequium Fuck. bekannte Konidienform dieses Pilzes erzeugt eine Blattkrankheit der Platanen. Die infizierten Blätter werden bald nach dem Austreiben längs der Nerven braunfleckig, schrumpfen zusammen und sterben, namentlich bei feuchter Witterung, vorzeitig ab.

Bekämpfung: Bespritzen mit Bordeauxbrühe von Beginn des Blattausbruches an.

b) Nadelholzschädlinge.

11. Trichosphaeria parasitica R. Htg.[5])

Weißtannennadelpilz.

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Das feine, weiße bis farblose Myzel überzieht, epiphytisch lebend, Zweige und Nadeln der Weißtanne, und zwar vorzugsweise die untere Seite. Es bringt mit

---

1) Ruhland, W.: Zbl. f. Bakteriologie, Parasitenkde. und Infektionskrankh. II. Abtlg. Bd. XII (1904), 250. — Neger: Thar. Jhrb. 1910, 165. — 2) Hartig, R.: Forstl.-naturw. Ztschr. 1893, 1. — 3) Appel, O.: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1904, 313. — v. Tubeuf: Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1893, 140. — Rijpels: Bull. de la Soc. Belge de Micr. XXV (1900), 95. — 4) Klebahn: Jahrb. f. wiss. Botanik XLI (1905), 485. — 5) Hartig, R.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1884, 11.

seinen Haustorien in die Epidermiszellen der Nadeln ein. Diese werden infolgedessen nach einiger Zeit mißfarbig, zuletzt völlig braun, lösen sich vom Zweig ab und hängen schlaff herab, da sie, vom Myzel mit dem Zweige versponnen, nicht abfallen können.

Im November entwickeln sich auf den zunächst weißen, später braun werdenden Myzelpolstern der Nadelunterseite kleine, kugelige, schwarzbraune, behaarte Perithecien. Die rauchgrauen Sporen keimen leicht, wenn sie auf Tannenzweige gelangen, und verbreiten die Krankheit weiter. Das Myzel überwintert auf den Zweigen und Nadeln und umspinnt im Frühjahre die neuen Triebe, wobei zuerst die am Grunde des Triebes stehenden Nadeln, später auch die an der Spitze befindlichen ergriffen werden. Auch die an den älteren Trieben im ersten Jahre noch verschont gebliebenen Nadeln werden nachträglich noch getötet. Die einmal befallenen Stämme werden den Pilz wahrscheinlich niemals wieder los.



Abb. 51. Tannenzweig mit Triohosphaeria parasitica R. Htg. *a* Gesunde Nadeln, *b* getötete braune Nadeln, an der Basis durch Pilzfäden am Zweige befestigt. *c* Unterseite der Nadeln, mit weißem Myzel überzogen.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz tritt namentlich in feuchten Lagen in dichten 20—40jährigen Weißtannenbeständen, seltener auf Fichte auf. Beim Vorkommen auf Fichte liegt meist Myzelinfektion von überlagernden kranken Tannenzweigen vor. Sporeninfektion scheint bei der Fichte viel seltener stattzufinden. Auch scheint das Eindringen der Haustorien in Fichtennadeln nicht leicht von statten zu gehen, da man neben verpilzten (gelbweißen) Fichtennadeln noch viele ganz gesunde findet.[1])

Der Pilz schadet durch Töten der jungen Triebe und Entnadeln ganzer Zweige.

Man hat ihn massenhaft im Neuburger Walde (bei Passau), ferner im Reviere Kranzberg (bei Freising), im Schwarzwalde, am Tegernsee und an vielen Orten im bayerischen Walde (bei Zwiesel) beobachtet; er fehlt wahrscheinlich in keinem Tannenreviere.

C. Bekämpfung.

1. Durchforstung zur Begünstigung des Luftzuges.
2. Sorgfältiges Abschneiden der erkrankten Zweige.

12. Herpotrichia nigra R. Htg.[2])

Schwarzer Fichtennadelpilz.

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Das schwarzbraune Myzel dieses Pilzes lebt ebenfalls epiphytisch und umspinnt die vom Schnee niedergedrückten Äste von Nadelhölzern, insbesondere von Fichte, Bergkiefer und Wacholder oder auch ganze, bis 1 m hohe Pflanzen dieser Holz-

---

1) v. Tubeuf: Allg. F. u. J.-Ztg. 1890, 32. — 2) Hartig, R.: das. 1888, 15.

arten mit einem dichten, erstickenden Überzug. Die einzige nicht befallene Nadelholzart scheint die Tanne zu sein.

Stabförmige, in die Epidermiszellen entsendete Haustorien und Saughyphen, welche durch die Spaltöffnungen in das Innere der Nadeln eindringen, töten diese ab. Auf den abgestorbenen Nadeln bilden sich die kugelförmigen, unten abgeplatteten, schwarzen, mit krausen Haaren besetzten Perithecien. Sie stehen regellos zerstreut und enthalten Schläuche mit je 8 vierzelligen Sporen, welche im Oktober und November auskeimen.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz tritt in höheren Gebirgslagen, wo der Schnee länger liegen bleibt, bisweilen sehr verderblich auf; in tieferen Lagen schadet er weniger. Besonders gefährdet sind Saat- und Pflanzkämpe; bei starkem Befall kommt es vor, daß hier nur wenige Pflanzen mit dem Leben davonkommen und im Frühjahr wieder aufstehen. Auch in der Knieholzregion entstehen durch den Pilz ab und zu größere Fehlstellen. Die natürliche Verjüngung der Fichte wird hier durch sein Auftreten wesentlich erschwert.

Fundorte: In der Nähe des Chiemsees (1884), bei Freising (vereinzelt), in den höheren Lagen des Bayerischen Waldes (1885), Erzgebirge (Olbernhau, Oberwiesenthal)[1], Harz bis zur Brockenregion (1000 m hoch), auf den „Absenkern" der dortigen bis tief zum Boden herab beasteten Mähnefichten, Bayerische Alpen usw.

C. Bekämpfung.

1. Vermeidung von Fichtenkämpen in schneereichen Hochlagen.

2. Schutz der Pflanzen vor unmittelbarer Berührung mit dem Boden, um einer Infektion vorzubeugen.

Zu diesem Zwecke sind in den Freikulturen die Pflanzen in den Schutz größerer festliegender Steine oder von Stöcken zu bringen oder mit Steinen zu umlegen. In den Pflanzenerziehungsstätten empfiehlt sich Einstreuen von Sägespänen, Kohlenlösche oder Belegen der Beete mit Brettchen. Nadelstreu- und Moosdeckungen schützen nicht.[2])

3. Revision der gefährdeten Kämpe nach der Schneeschmelze, verbunden mit Aufrichten zu Boden gedrückter Pflanzen.

13. Sphaerella laricina R. Htg.

Lärchenschüttepilz.[3])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

An den Nadeln der Lärche zeigen sich vielfach schon im Juli kleinere oder größere braune Flecken, auf denen später sehr kleine schwarze Konidienpolster (Pykniden) gruppenweise auftreten. Sie rühren vom interzellular lebenden Myzel des Lärchenschüttepilzes her, dessen stabförmige Konidien die Krankheit bei feuchter Witterung mit großer Schnelligkeit ausbreiten.

Die Erkrankung der Nadeln nimmt am Baume im allgemeinen von oben nach unten zu. Die Nadeln sterben infolge des Pilzangriffes frühzeitig ab und werden zum größeren Teile oft schon im August abgeworfen.

---

1) Schaal: Allg. F. u. J.-Ztg. 1896, 372. — Neger: Thar. Jhrb. 1910, 144. — 2) Laschtowiczka: Blätter a. d. Walde 1910, 248. — 3) Hartig: Forstl.-naturw. Ztschr. 1895, 445.

In den abgefallenen Nadeln entwickeln sich im folgenden Frühjahr kugelige, dunkelbraune Perithecien, deren keulenförmige Schläuche je 8 anfangs ein-, später zweizellige Sporen enthalten. Sie reifen Ende Mai, Anfang Juni und infizieren die neuen Nadeln.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz scheint alle Altersklassen der Lärche zu befallen. Trockene und luftige Standorte sind der Krankheit weniger günstig als feuchte, nebelreiche Lagen. Aus diesem Grunde sind die Lärchen im Hochgebirge weniger gefährdet als in den Vorbergen und im Tieflande. Auch der weitere Umstand, daß die Zeit, in welcher der Parasit durch Konidienbildung sich vermehren kann, im Hochgebirge kürzer ist als im Tieflande, vermindert die Gefährlichkeit des Pilzes in den höheren Lagen.

Die Gefahr ist besonders groß in reinen Lärchenbeständen und in Mischbeständen aus Lärche und Fichte. In jenen infizieren sich die Bäume gegenseitig. In den genannten Mischbeständen bleiben die abgefallenen kranken Lärchennadeln leicht auf den Fichten liegen, wodurch die Ausbreitung der Askosporen wesentlich erleichtert wird. Hingegen erweist sich die Einmischung der Buche in die Lärchenbestände günstig, weil das am Boden über den Lärchennadeln liegende Buchenlaub das Entweichen der Sporen nach oben verhindert.

Auch die japanische Lärche (Larix leptolepis Gord.) wird von der Sphaerella angenommen, wie künstliche Infektion 3jähriger, sehr kräftiger Pflanzen mit den Konidien des Lärchenschüttepilzes gezeigt hat.[1])

In dem naßkalten Sommer 1894 trat die Braunfleckigkeit der Lärchennadeln in den Waldungen Oberbayerns in so hohem Grad auf, daß schon zu Anfang August der größere Teil der Nadeln abgefallen war und viele Bäume im September fast sämtliche Nadeln verloren hatten.

C. Bekämpfung.

Als Vorbeugungsmaßregeln ergeben sich nach vorstehendem die auch aus anderen Gründen empfehlenswerten waldbaulichen Verhaltungsmaßregeln:

1. Vermeidung des Anbaues der Lärche in feuchten, dumpfen Lagen.
2. Begünstigung des Anbaues der Lärche in Mischung mit der Buche, und Vorsicht beim Anbau in Mischung mit der Fichte bzw. in reinen Beständen.

Die Beachtung dieser Maßregeln empfiehlt sich namentlich beim Anbau der Lärche im Flachlande und in den Vorbergen.

Eine direkte Bekämpfung des Pilzes ist nicht ausführbar.

14. Ceratostomella pilifera Fr.

Blaufäulepilz.[2])

Die unter diesem Namen zusammengefaßten Pilzarten kommen weniger als physiologische als vielmehr technische Schädlinge in Betracht. Sie sind die Erzeuger der sog. Blaufäule oder des Blauwerdens der Nadelhölzer, namentlich der Kiefer.

Die Blaufäulepilze, unter denen nach Münch Ceratostomella pini und C. coerulea die größte Bedeutung zukommt, vermögen zwar lebende Holzzellen von Nadelholz, zum Teil auch von Laubholz zu töten, sie finden aber in lebendfrischem Splintholze nicht genügend Luft, um gedeihen zu können und dringen in grünes wasserreiches Holz nur wenige Millimeter ein. Sobald das Holz jedoch 10—20% seines Grüngewichtes in-

---

1) Hartig, R.: Forstl.-naturw. Ztschr. 1896, 74. — 2) Münch, E.: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1907, 531; 1908, 32, 297. — Hermann: Forstl. Rundschau 1908, 140, 154.

folge Austrocknung verloren hat, findet das Myzel im Holzinnern hinreichend Sauerstoff und durchwächst rasch den ganzen Splint. Die Myzelfäden färben sich hierbei braun und rufen (nach Münch durch die Art ihrer Verteilung) die das Holz zwar nicht entwertende, aber doch als Schönheitsfehler geltende Blaufärbung des Splintes hervor. Der Kern bleibt immer frei von der Erscheinung. Die Intensität der Blaufärbung hängt vom Wassergehalt des Holzes und von der Ernährung der Hyphen ab. Diese selbst leben nur vom Inhalt der Parenchymzellen und greifen die Holzsubstanz nicht erheblich an. Spezifisches Gewicht und Druckfestigkeit des Holzes werden erst nach längerer (6 Monate langer) Einwirkung der Blaufäulepilze schwach beeinträchtigt.

Am stehenden Holze tritt Blaufärbung nur an schon abgestorbenen, sowie an solchen Stämmen auf, die bereits durch andere Ursachen (Raupenfraß, Wurzelfäule usw.) gelitten haben. Vielfach geht die Infektion dann von Borkenkäferfraßgängen aus.

An geschlagenem Holze beginnt die Verblauung stets an den stark berindeten unteren Stammteilen, während die dünnrindigen, wasserreichen Zopfenden sich viel länger weiß erhalten. An geschälten Stämmen zeigen sich die ersten Anfänge der Blaufäule auf den freigelegten Splintholzstreifen; das Holz unter dem Baste bleibt noch längere Zeit weiß.

Die Fruchtformen der Blaufäulepilze — kugelige, geschnäbelte Perithecien und verschieden gestaltete Nebenfrucht-(Konidien)formen — bilden sich zumeist nur auf entrindeten Stammteilen und Querschnittsflächen. Nur C. pini vermag seine Sporen am berindeten, unverletzten Stamme, in Hohlräumen zwischen Holzkörper und Bast bzw. zwischen Bast und Kork zu entwickeln.

Bekämpfung: Rechtzeitige Entfernung des toten und kränkelnden Materiales bei den Durchforstungen, um das Blauwerden auf dem Stocke zu verhindern.

Hinsichtlich des gefällten Holzes gelten als vorbeugende Maßnahmen: möglichste Winterfällung und Abfuhr vor Eintritt wärmerer Witterung; Schälen liegen bleibenden Winterholzes mit Belassung des Bastes; zweckmäßige Lagerung des Holzes an schattigen Orten, auf Unterlagen, am besten im Wasser. Zur Saftzeit eingeschlagene Wertshölzer läßt man vor der Aufarbeitung einige Zeit mit der Krone liegen, um das Austrocknen zu beschleunigen.

Unterordnung Discomycetes.

Familie Hypodermataceae.

Fruchtkörper (Apothecien) lang und schmal, im Nährsubstrat (Nadel) eingesenkt und mit dem umgebenden Gewebe fest verwachsen. Bei der Reife springen sie in einem Längsriß lippenartig auf und entlassen die spindel- oder stäbchenartigen, zumeist aber langfadenförmigen und von aufquellbaren Gallerthüllen umgebenen Sporen.

15. Hypoderma (Lophodermium) brachysporum Rostr.

Schüttepilz der Weymouthskiefer.[1])

Die an Pinus Strobus und P. excelsa beobachtete Krankheit äußert sich zunächst in einem Vergilben und Bräunen der oberen Nadelhälften. Bisweilen geht der Bräunung Auftreten mißfarbiger Bänder voran. Bei stärkerem Befall sterben Nadeln, Endknospen der Zweige, unter Umständen sogar Teile der jüngsten Triebe in solchem Maße ab, daß die Bestände sich braun färben. An den abgestorbenen Nadeln erscheinen später die Apothecien, deren Schläuche je acht ovale, im Reifezustand meist zweizellige Sporen enthalten.

Der Pilz befällt alle Altersstufen und ist zunächst in Dänemark an 20—30jährigen Weymouthskiefern durch Entnadelung derselben schädlich geworden. In Deutschland ist er nur in der Pfalz in stärkerem Maße, jedoch nicht als Kulturverderber, aufgetreten. Im westlichen Frankreich[2]) leiden 3—5jährige Pflanzen in den Kämpen durch ihn.

Bekämpfung: Bespritzen mit Bordelaiser Brühe (beim Befall von Kulturen usw.).

1) v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1908, 326. — 2) Fron: Bull. Soc. Mycolog. France. tome 27 (1911), 44.

16. Lophodermium Pinastri Chev.

Kiefernritzenschorf, Schüttepilz.[1]

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der Kiefernritzenschorf ist der mehr oder weniger primär wirkende Erzeuger der mit der Kahlschlagwirtschaft und Kunstverjüngung der Kiefer groß gewordenen gefährlichen Kiefernschütte, einer typischen Kinderkrankheit der Kiefer, die epidemisch auftritt und durch Vernichtung ganzer Kulturen und Pflanzkämpe zu einer schlimmen Kalamität werden kann.

Die ersten Anzeichen der Krankheit sind braune oder rotbraune Stellen an den Primordial- und Kurztriebnadeln der jungen Kiefern. In der Regel treten diese Anzeichen erst im Frühjahr ein; nicht selten aber zeigen sie sich auch schon im Herbst oder im Vorwinter.

Stahlblaue oder violette Verfärbung der einjährigen Pflanzen im Herbst und Winter ist kein Zeichen der Erkrankung, sondern lediglich eine Winterverfärbung, die mit der Schütte nichts zu tun hat und bei eintretender Wärme im Frühjahr wieder verschwindet, um der normalen grünen Farbe Platz zu machen.

An den schüttekranken Nadeln steigert sich die Braun- oder Rotfleckigkeit beim Eintritt warmen Frühlingswetters mehr oder weniger rasch zur vollen Rötung. Der an älteren Pflanzen zunächst die unteren, nahe am Boden befindlichen Nadeln, an jüngeren Pflanzen oft sofort aber die ganze Benadelung treffende Vorgang des Rotwerdens spielt sich um so rascher ab, je mehr austrocknende Winde, exponierte Lage, fehlender Bodenschutz usw. die Verdunstung steigern. Die befallenen Pflanzen sehen schließlich vollständig verdorrt, „wie verbrannt" aus und schützen sich gegen die gesteigerte Wasserabgabe der den vollen Verdunstungsschutz entbehrenden kranken Nadeln durch Abstoßen der Kurztriebe: sie „schütten" die toten Organe — oft ziemlich gleichzeitig und unvermittelt — ab. Die trocken gewordenen, einzeln stehenden Primordialnadeln werden nicht, wie die Kurztriebe, glatt abgeworfen, sondern brechen nach und nach an der Basis ab.

Im allgemeinen stirbt die befallene Nadel allein ab. Zum Eingehen ganzer Triebe oder ganzer Pflanzen kommt es nur bei einer starken Infektion oder bei schwächlichen Pflanzen. Zumeist ist dann das Myzel des Pilzes von den Nadeln aus in die Achsenteile eingedrungen. In der Regel ist das Eingehen der Pflanzen aber nicht Folge einmaliger, sondern mehrmaliger Nadelinfektion, die dann stets auf Sporenbefall, nicht auf Einwandern des Myzels aus den Trieben in die Nadeln zurückzuführen ist.

1) Aus der außerordentlich umfangreichen Literatur über die Schütte der Kiefer seien nur die namhaftesten Arbeiten hervorgehoben; es sind: v. Tubeuf, C.: Studien über die Schüttekrankheit der Kiefer. Berlin 1901. Eine grundlegende, auf Zusammenstellung und Sichtung der reichhaltigen Literatur und auf eigenen Forschungsergebnissen des Verf. beruhende Monographie, die unsere gesamten Kenntnisse über die Schütte zusammengefaßt und in die richtige Beleuchtung gerückt hat. — Haack: Der Schüttepilz der Kiefer. Ztschr. f. F. u. Jw. 1911, 329, 402, 481. Eine als Nachprüfung und Bestätigung der Forschungsergebnisse v. Tubeufs wertvolle Ergänzung der erstgenannten Arbeit. — Vgl. weiter die Arbeiten von v. Varendorff: Forstl. Bl. N. F. 1890, 97; Forstw. Zbl. 1901, 525. — Stumpff: Ztschr. f. F. u. Jw. 1900, 675. — Mayr: Forstw. Zbl. 1902, 473; 1903, 547; 1911, 1. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 369.

Das in den erkrankten bzw. getöteten Nadeln wuchernde Myzel des Pilzes entwickelt zweierlei Fruchtkörper. Zunächst erscheinen an den braunfleckig gewordenen Nadeln, zumal an den Primordialnadeln — bei feuchter Witterung oft schon im Herbst — kleine, schwarze Pünktchen, die **Pykniden**. Die aus ihnen hervorgehenden Konidien sind für die Ausbreitung des Pilzes anscheinend belanglos; wenigstens war es bisher nicht möglich, sie zum Auskeimen zu bringen. Erst später, meist erst im Frühjahr nach dem Abfall der Nadeln, entwickeln sich an diesen die größeren, kurzen, etwas ovalen, glänzend schwarzen Strichen ähnelnden Schlauchfruchtlager, die **Apothecien**, mit den die Sporen enthaltenden Schläuchen und zahlreichen, zwischen den Schläuchen stehenden Pilzfäden (Paraphysen) (Abb. 52). Jeder Askus enthält acht langgestreckte, fadenförmige Sporen.

Voraussetzung für die Apothecienbildung ist Feuchtigkeit. Die Schnelligkeit und Üppigkeit der Fruchtkörperbildung werden vom Grad und der Dauer der Feuchterhaltung der einzelnen Nadel wesentlich beeinflußt. Nach **Haack** scheint auch helle Belichtung der Apothecienbildung förderlich zu sein, obgleich Licht keine unbedingte Notwendigkeit hierfür ist.

Die Apothecien reifen nicht zu gleicher Zeit; es können vielmehr das ganze Jahr hindurch reife Schlauchfruchtkörper vorhanden sein. Die Hauptmasse der Apothecien bildet sich aber an den im April und Mai abgefallenen Nadeln im Juni und Juli aus. Die Reife dieser Apothecien beginnt dann Mitte Juli und erreicht 4—6 Wochen später ihren Höhepunkt. Was vor- und nachher an Apothecien entsteht und reife Sporen ausstreut, ist verschwindend gegenüber der Spätsommerprovenienz und hat praktisch keine Bedeutung.

Abb. 52. Kiefernnadeln mit Pykniden und Apothecien von Lophodermium Pinastri Chev. (nat. Gr.).

Das einzelne reife Apothecium öffnet sich mit einem Längsspalt, entleert seine Sporen aber nicht plötzlich auf einmal. Trockenheitsperioden unterbrechen vielmehr das Auswerfen der Sporen, ohne die Lebensfähigkeit des Apotheciums aufzuheben. Nach frischer Befeuchtung öffnen sich die Apothecien von neuem und werfen ihre Sporen wiederholt ab, sodaß gewöhnlich einige Wochen vergehen, ehe das einzelne Apothecium bzw. alle auf einer Nadel gebildeten Apothecien sich entleert haben. Die auskommenden Sporen werden vom Winde fortgetragen und infizieren die Kiefernnadeln, mit denen sie in Berührung kommen, vorausgesetzt, daß sich diese in dem für erfolgreiche Infektion notwendigen Empfänglichkeitszustand befinden.

In der infizierten Nadel ist das Wachstum des Pilzes zunächst auffallend langsam. Das in den Interzellularräumen des Transpirations- und Assimilationsgewebes der Nadel vordringende Myzel findet in der Vegetationszeit zweifellos innere Widerstände und Hemmungen vor, die es ihm unmöglich machen, die Nadel in kurzer Zeit zu durchwuchern. v. **Tubeuf** trifft wohl das Richtige, wenn er den Zustand vollen Turgors als Hemmung, einen gewissen Welkezustand der Nadel als Empfänglichkeitsstadium ansieht. In der Saftruhe wächst das Myzel rascher vorwärts, um so mehr seinem Wachstum auch durch niedrige Temperaturen, wenn sie nur noch über dem Nullpunkt liegen, kein Einhalt getan wird. Vermutlich werden die Zellen durch ein von den Hyphen ausgeschiedenes Ferment getötet. Sie bräunen sich durch Oxydation ihrer Stoffe, was zum Entstehen der die Erkrankung anzeigenden braunen Flecke führt. Wie schnell der weitere Verlauf der Krankheit sich abspielt, hängt,

wie schon erwähnt, in erster Linie von den Feuchtigkeitsverhältnissen ab. Jedenfalls ist das Myzel äußerst zählebig und schreitet unter Umständen erst nach Jahren zur Schlauchfruchtbildung, wenn vorher die nötigen Bedingungen fehlten.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Schüttepilz begleitet die Kiefer in ihrem ganzen weiten Verbreitungsgebiete, verursacht aber nicht überall die gleichen Schäden. In kalten Gebieten und im Gebirge kommt die Schütte weniger vor. In Frankreich ist sie im wesentlichen auf die Saatkämpe beschränkt und gilt als wirtschaftlich bedeutungslos.[1]) Im ostböhmischen Kieferngebiet war die Schütte bis zum letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts ebenfalls nur auf einzelne eng begrenzte Gebiete beschränkt und trat nur mehr als Feind der Saatkämpe auf.[2]) Um die Wende des Jahrhunderts entwickelte sie sich aber auch hier auf weiten Flächen zur allgemeinen Kalamität von teilweise so großer Heftigkeit, daß man mancherorts an der Möglichkeit, die Kiefer aufzubringen, zu zweifeln begann.

Von Bedeutung ist die Schüttekrankheit nur für die gemeine Kiefer. Der Schüttepilz ist zwar auch an Berg-, Schwarz-, Zirbel- und Bankskiefer[3]) beobachtet worden, beachtenswerte Schäden aber sind an diesen Kiefernarten bisher nicht vorgekommen.

Der gegenteiligen, in bezug auf die Arve von Schellenberg[4]) geäußerten Ansicht, daß der Schüttepilz eine der Hauptursachen für die Zerstörung des Anfluges in den alpinen Arvenbeständen sei, wird von Fankhauser[5]) mit dem Hinweis entgegengetreten, daß Tannenhäher und Weidevieh hierfür verantwortlich zu machen sind.

Als Schädling tritt der Schüttepilz nur an den jugendlichen Kiefern bis zum Alter von 7—10 Jahren auf. Am meisten gefährdet sind die 1—4jährigen Pflanzen. Der Pilz befällt außerdem noch die Nadeln von Kiefern aller Altersklassen bleibt beim Vorkommen an älteren Individuen aber stets auf die auslebenden Nadeln beschränkt.

Solange ihre Lebensenergie nicht geschwächt ist, sind die Nadeln der älteren Kiefern immun gegen Infektion. Der Grund hierfür ist in physiologischen und biologischen Eigentümlichkeiten, nicht in anatomischen Unterschieden von Altholz- und Kulturpflanzennadeln zu suchen. Die langsam absterbenden Nadeln verlieren den Turgor ihrer Zellen und geraten damit in einen welken, zur Infektion besonders disponierten Zustand. Im Laufe des nächsten Jahres entwickeln sich an den abgefallenen, in der Streu liegenden infizierten Nadeln Apothecien, deren Sporen sowohl die ablebenden Nadeln im Kronendach der älteren Bestände, wie auch die noch freudiggrünen Nadeln der jungen Kulturpflanzen zu infizieren imstande sind. Der von Mayr[6]) aufgestellte Unterschied zwischen der Altholznadel- und Kulturnadelschütte besteht nicht.

v. Tubeuf[7]) bezeichnet die von Altholznadeln ausgehende Infektion als Primärinfektion, im Gegensatz zu der auf den Kulturen durch den Abwurf erkrankter Nadeln geschaffenen Infektionsmöglichkeit, der Sekundärinfektion. Haack (a. a. O) deutet die

1) Maire, E.: Revue des eaux et forêts 1910, 458. — 2) Hamann: Vereinsschr. f. F., J. u. Naturkde. 1899/1900, 4. Hft., 1; 1901/02, 6. Hft., 4. — 3) Das. 1903, 182, 199. — 4) Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1903, 306; Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1904, 44. — 5) Das. 1903, 321; 1904, 47. — 6) Forstw. Zbl. 1903, 547. — 7) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 376.

verschiedene Herkunft der Sporen in den Worten Fern- und Nahinfektion an. Ferninfektion ist bei ihm die gleichmäßige Infektion über weite Flächen hin durch längere Zeit in der Luft schwebende Sporen, Nahinfektion die lokale Ansteckung in unmittelbarer Nähe sporenverbreitender Nadeln. Obgleich Ferninfektion auch von Kulturnadelsporen ausgehen kann, so liegt doch die Wahrscheinlichkeit vor, daß die über größere Kulturflächen sich gleichmäßig ausbreitenden Sporen vielfach von Altholznadeln herrühren. In manchen Fällen fruktifizieren diese schon vor ihrem Abfall oder bleiben im Geäst zwischen- und unterwüchsiger Bäume hängen. Die an ihnen sich bildenden Sporen sind dem Verwehen dann besonders zugänglich. Dem Ursprung der Sporen nach dürften sich Primär- und Ferninfektion, desgleichen Sekundär- und Nahinfektion mithin ziemlich decken.

Die bereits oben angedeutete Ansicht Mayrs, daß die Schüttekrankheit nur von dem in Schüttepflanzen lebenden Lophodermium ausgehe, also nur durch Sekundärinfektion im Sinne v. Tubeufs verursacht werde und daß der in den absterbenden und abfallenden Nadeln älterer Kiefern mehr saprophytisch lebende Pilz zur parasitären Lebensweise in jungen Kiefern nicht befähigt sei, ist nicht zutreffend. Es gibt nicht, wie Mayr annimmt, zwei biologische Rassen des Schüttepilzes.

Dem Schüttebefall sind, wie die in großer Menge vorhandenen, allerdings vielfach nicht übereinstimmenden Beobachtungen beweisen, sämtliche Standorte ausgesetzt. Vorzugsweise bedroht sind aber alle Lagen mit höherer Boden- oder Luftfeuchtigkeit, nasse Einsenkungen, kalte Täler, kleinere, von hohem Holze eingeschlossene Kulturen, Kulissenschläge, beschattete Ränder der Kulturflächen, sowie alle jene Kulturen, wo die Pflanzen unter stärkerem Gras- oder Unkräuterwuchse zu leiden haben. In den natürlichen Verjüngungen tritt die Schütte meist nicht in gleichem Maße auf wie in den Kahlschlagkulturen. Sie ist dem natürlichen Anflug aber keineswegs fremd, sondern kommt auch in vollen Verjüngungen dunkler Samenschläge vor. Auf den Kahlflächen leiden diejenigen Kulturen am meisten, die aus irgendwelchem Grunde nur schwächliche Pflanzen aufweisen, z. B. dichte oder zu späte Saaten, Kulturen mit schlechter Bodenbearbeitung, arme Böden usw. Kräftige, üppige Pflanzen werden zwar ebenso von der Schütte befallen wie die Schwächlinge, sind aber naturgemäß für den Kampf mit ihr viel besser ausgerüstet und überstehen den Pilzangriff weit leichter als schmächtige Pflanzen mit gelblichen Nadeln. In räumigen Saaten tritt die Schütte weniger verheerend auf als in dichten, und noch wesentlich widerstandsfähiger zeigen sich Pflanzungen mit kräftigen, sachgemäß erzogenen, wenn möglich zweijährigen Pflanzen.

Praktisch bedeutungsvoll ist ferner die schon von Burkhardt erwähnte und später von Mayr näher verfolgte Beobachtung, daß die verschiedenen Kiefernrassen der Schütte in ungleichem Maße widerstehen. Absolut schüttesichere Kiefern gibt es nicht, wohl aber mehr oder minder gefährdete Rassen, zwischen denen gradweise Verschiedenheiten bestehen. Die nordische Kiefer scheint die schüttefesteste Art zu sein; trotzdem sie bei hinreichend starker Infektion keineswegs gegen den Befall gefeit ist.[1])

Mayr[2]) unterscheidet nach der Widerstandsfähigkeit gegenüber der Schütte schüttefeste, schütteempfindliche und schütteverlorene Kiefern. Schüttefest nennt er die nordische Kiefer, die Provenienz von Finnland und Norwegen. Schütteempfindlich sind die mitteleuropäischen Kiefern (Holland, Belgien, Deutschland bis zum Rande der Alpen, Kurland, Livland, mittleres Rußland) und schütteverloren die Kiefern der Auvergne, von Tirol und Ungarn.[3])

---

1) Berger: Thar. Jhrb. 1907, 510. — 2) Forstw. Zbl. 1911, 1. — 3) Vgl. hierzu die Arbeiten von Mayr: das. 1903, 547 u. Hermann: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 105. — Zederbauer: Zbl. f. d. ges. Fw. 1912, 201.

Nach Zederbauer (a. a. O.) kommt der Einfluß der Provenienz auf das Verhalten gegen die Schütte sogar innerhalb der einzelnen Rasse zum Ausdruck. Die Nachkommen eines im Bestande vorherrschenden Samenbaumes wurden von der Schütte nicht befallen, während die Nachkommen eines unterdrückten Baumes desselben Bestandes in erheblicher Weise erkrankten.

Worauf die wechselnde Schütteempfänglichkeit von Kiefern verschiedener Herkunft beruht, bedarf noch der Aufklärung. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß v. Tubeuf auch hier auf die richtige Deutung hingewiesen hat, wenn er die verschiedene Empfänglichkeit der Kiefernrassen mit einer verschiedenen Anpassung gegen Trocknis, also mit verschieden starkem Verdunstungsschutz der Nadeln in Zusammenhang bringt.

Abgesehen von der individuellen Widerstandsfähigkeit der befallenen Pflanzen hängen Charakter und Verlauf der Schüttekrankheit, wie schon erwähnt, wesentlich von den Witterungsverhältnissen ab. Je regnerischer der Sommer und je milder der Winter sich gestalten, um so akuter verläuft die Krankheit, während trockene Sommer und kalte Winter die Entwickelung und Ausbreitung des Pilzes hemmen.

Die oft plötzlich auftretenden und verheerenden Wirkungen des Schüttepilzes stehen nicht, wie bisweilen angenommen wurde, mit dem Auftreten bzw. Vorhandensein einer besonders virulenten Rasse in Zusammenhang, sondern finden ihre Erklärung in der enormen Verbreitungsfähigkeit des Pilzes. Nach Haack kann eine Nadel 100000—400000, eine zweijährige Pflanze mit 50—150 erkrankten Nadeln 5—60 Millionen Sporen ergeben. Namentlich in den feuchten Einsenkungen werden die Apothecienbildung, mithin die Erzeugung von Infektionsmaterial, sowie das Auswerfen der Sporen ungemein gefördert.

Von großer Bedeutung ist der epidemische Charakter der Schütte. Mit wechselnder, periodenweise steigender und fallender Heftigkeit überzieht die Krankheit bisweilen große Gebiete, setzt sich an einem Orte anscheinend für immer fest und verschwindet am anderen wieder nach einer kürzeren oder längeren Reihe von Jahren. Angesichts der allgemeinen Verbreitung und des steten Vorhandenseins des Erregers macht das mitunter plötzliche Aufflackern der Schütte die vorbereitende Mitwirkung bestimmter Witterungs- oder Standortsverhältnisse in hohem Maße wahrscheinlich.

Der Umstand, daß gewisse, die Empfänglichkeit der Kiefernnadeln herbeiführende Einflüsse vor- oder nebenher gehen müssen, um der Schütte die oft zu beobachtende plötzliche Ausbreitung zu ermöglichen, hat lange Zeit dazu geführt, die Ursache des eigenartigen Krankheitsbildes überhaupt nicht in einem Parasiten, sondern in physiologischen, durch die Witterung bedingten Vorgängen zu suchen.

Man sprach und spricht noch heute neben der „Pilzschütte" von einer „Frostschütte" und einer „Trocken- oder Vertrocknungsschütte" und ist auf manchen Seiten geneigt, den Namen „Schütte" als Sammelbegriff aufzufassen, mit dem die äußerlich gleiche Wirkung ganz verschiedener Ursachen bezeichnet wird. Den exakten Forschungen über die parasitäre Natur des Schüttepilzes und den Erfolgen der neuzeitlichen Schüttebekämpfung gegenüber können sich die Frost- und Verdunstungstheorie jedoch nicht mehr behaupten, insoweit sie den Anspruch erheben, das Wesen der Schütte allein erklären zu wollen.

Die Theorie der Frostschütte, die teils Früh-, teils Spätfröste für das Auftreten der Schütte verantwortlich macht, kann ohne weiteres zu den Akten gelegt werden, trotzdem sie anscheinend eine Stütze darin findet, daß die Schütte auf Kahlschlägen, in Niederungen, engen Tälern usw. besonders stark auftritt. Im einzelnen Falle können schütteähnliche Erscheinungen durch Frostwirkung selbstverständlich hervorgebracht werden; es leiden dann aber nicht nur die Nadeln, sondern auch Knospen und Stämmchen.

Beachtenswerter ist die andere, von Ebermayer[1]) herrührende Trocken- oder Ver-

1) Die physikalischen Einwirkungen des Waldes usw. I. Aschaffenburg 1873, 257.

dunstungstheorie. Ebermayer geht von der Beobachtung aus, daß junge Nadelholzpflanzen bei schneefreiem, gefrorenem Boden und starker Verdunstung in trockener Luft und bei Sonnenschein vertrocknen können, wenn sie mehr Wasser verdunsten als ihnen durch die noch funktionsunfähigen Wurzeln zugeführt wird. Man erblickte in dem im Frühjahr oftmals plötzlich eintretenden Rotwerden und Schütten vorher noch anscheinend gesunder Kiefern einen Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung und brachte das Zurückgehen der Schüttegefahr vom fünften Jahre ab mit der Ausbildung eines tiefer gehenden Wurzelsystems, also mit besserer Wasserversorgung in Verbindung. Die auffällige Erscheinung, daß die anderen Nadelholzarten nur in beschränktem Maße und nur ausnahmsweise die gleiche Verdunstungsschütte zeigen, vermochte die Zustimmung, die die Ebermayersche Theorie zunächst fand, vielfach nicht zu beeinträchtigen. Wie schon erwähnt, hat die neuere Zeit auf Grund des umfangreichen Beobachtungs- und Versuchsmateriales alle Zweifel an der parasitären Natur des Schüttepilzes in die Flucht geschlagen und hat der sogenannten Pilztheorie zum Siege verholfen.

Schon Göppert[1]) führte die Schütte auf einen Pilz als Ursache zurück. Stein[2]) bekämpfte diese Ansicht, K. Prantl[3]) hingegen erklärte den Pilz als die einzige Ursache der Schüttekrankheit. R. Hartig gelangte auf Grund vergleichender Versuche zu dem Ergebnis, daß die Pilzschütte wenigstens die am meisten verbreitete Form der Schüttekrankheit sei. Feste Stützen fand die Pilztheorie dann in den zumeist schon oben angeführten neueren Arbeiten von Tursky[4]), v. Tubeuf, v. Varendorff, Stumpf, Mayr, Haack u. a. Einen Versuch, der Verdunstungstheorie Ebermayers das alte Ansehen wieder zu verschaffen, hat in neuerer Zeit nur noch Weiß[5]) unternommen.

Das durch die Schütteforschung zutage geförderte Wissen über die Natur des Erregers der Kiefernschütte bietet für die Bekämpfung eine hinreichend sichere Grundlage. Der siegreichen Pilztheorie liegt es trotzdem vollkommen fern, den starken, nicht parasitären Einschlag wegzuleugnen, den die Schüttefrage durch die Mitwirkung atmosphärischer Einflüsse beim Auftreten und namentlich beim mehr oder weniger akuten Verlauf der Schütteepidemien hat. Die Ebermayersche Verdunstungstheorie hat ihre Bedeutung deshalb nicht verloren; sie ist nur in eine andere Beleuchtung gerückt worden und hat die Geltung, die sie als absolute Erklärung der Schüttekrankheit zu beanspruchen versuchte, mit der immerhin gewichtigen Rolle eines jedenfalls sehr wesentlichen, krankheitsfördernden Faktors vertauscht.

C. Schaden.

Der gefährdeten Altersstufe entsprechend ist die Schütte ein Schädling der Pflanzenerziehungsstätten und der jüngeren Kulturen. Von Sämlingen oder an und für sich schwächlichen älteren Pflanzen abgesehen, wirkt der einmalige Schüttebefall in der Regel nicht tödlich. Der Verlust der Nadeln aber bedeutet für die junge Pflanze eine erhebliche Schwächung, die bei wiederholter Infektion auch bei kräftigen Pflanzen den Tod herbeiführt.

Die Folgen heftigerer Schütteepidemien sind Eingehen ganzer Kulturen, Verluste an Zuwachs und Bodenrente, sowie Neukultur- und Ausbesserungsarbeiten, die sich um so schwieriger gestalten, je mehr auch die Saatkämpe befallen wurden. Wenn irgendmöglich, ist die Verwendung schüttekranker Pflanzen als Kulturmaterial zu vermeiden. Kräftige, erstmalig oder schwächer befallene Pflanzen mit gesunden Knospen halten das Versetzen zwar oftmals aus, kümmern aber auf alle Fälle und bilden für forstschädliche Insekten, Dürre und andere schädliche Faktoren sehr bequeme Angriffsobjekte. Weniger kräftige oder stark befallene Pflanzen sind, sobald sie aus Mangel an geeigneterem Material versetzt werden, von vornherein Todeskandidaten.

---

1) Verhdlgn. d. Schles. Forstvereins 1852, 67. — 2) Thar. Jhrb. 1853, 125. — 3) Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1877, 433; Allg. F. u. J.-Ztg. 1877, 435. — 4) Forstw. Zbl. 1881, 144. — 5) Das. 1901, 244.

Der durch die Schütte hervorgerufene Schaden war, solange man ihr mit den jetzigen Bekämpfungsmitteln nicht entgegenzutreten vermochte, in Deutschland zweifellos ein sehr hoher. Würde man die in außerordentlich großer Menge vorhandenen Angaben über Auftreten und Ausbreitung der Schütte in den letzten Jahrzehnten mit Schadennoten versehen und diese summieren können, so würden sich erschreckend hohe Summen ergeben. v. Tubeuf hat in seiner vorzüglichen Monographie den Versuch gemacht, einen annähernd richtigen Überblick über den Schaden zu gewinnen, den die deutschen Waldungen durch die Schütte erleiden. Nach dem ihm zu Gebote stehenden, keineswegs vollständigen, sondern hauptsächlich nur die staatlichen Waldungen umfassenden statistischen Material berechnet er den jährlichen Durchschnittsschaden auf 288000 Mk. und die durch die Schütte jährlich ruinierte Fläche auf 2600 ha.

D. Bekämpfung.[1])

Die in dem schon seit Jahrzehnten währenden Kampfe gegen die Schüttekrankheit angewendeten mannigfachen Bekämpfungsmaßregeln laufen in ihrem Wesen ziemlich parallel mit der Entwickelung der verschiedenen Schüttetheorien. Mit der Erkenntnis des parasitären Charakters der Schütte haben sich die Maßnahmen die Abwehr des Erregers zum Ziel gesetzt und versuchen, diesem Ziele durch Kräftigung des gefährdeten Pflanzenmateriales, sowie durch Verhinderung einer Infektion nahezukommen.

1. Anlage der Saatkämpe entfernt von schüttenden Kulturen, wenn möglich außerhalb der Kiefernbestände, an Örtlichkeiten, die der Infektion möglichst wenig ausgesetzt sind: in Laubholz-, Fichten- oder Tannenbeständen. Wenn sich in schüttekranken Revieren, und zwar auch in den noch am ehesten schüttesicheren Altholzbeständen, geeignete Stellen zur Pflanzenerziehung nicht finden, empfiehlt sich der Bezug gesunder Pflanzen von auswärts.

Für größere Kiefernwälder kann unter Umständen die Zentralisierung des Pflanzgartenbetriebes in schüttefreien Laubholz- usw. Gebieten in Frage kommen.

2. Erziehung gesunder kräftiger Pflanzen.[2]) Die hierbei zu beachtenden Punkte sind: Gute Bodenbearbeitung, Erhöhung des Nährstoffvorrates durch Düngung (mit Thomasmehl, Kainit bzw. 40%igem Kalisalz, Chilisalpeter, Lupinen), dünne Einsaat, Verschulung nur der besten und gesündesten Jährlinge, Gewährung genügenden Wachsraums bei der Verschulung.

3. Saat- und Pflanzbeete sind möglichst nicht in einem Kamp zu vereinigen, um einer Infektion der Saatpflanzen durch Schüttenadeln der älteren Pflanzen vorzubeugen. Zu gleichem Zwecke ist das Bedecken der Saatbeete mit Kiefernreisig aus älteren Beständen zu vermeiden.

4. Wiederholte Benutzung der in älteren Kulturen liegenden Kämpe ist nicht angezeigt, sobald anderweite zur Anlage von Kämpen geeignete Flächen zur Verfügung stehen.

5. Erkrankte Kämpe sind von allem infizierten Material durch rechtzeitige Beseitigung und Verbrennen der abgefallenen kranken Nadeln zu säubern. In stark beschädigten Kämpen empfiehlt sich vollständiges Untergraben des gesamten Pflanzenbestandes. Ebenso ist es ratsam, das zum Auspflanzen untaugliche Pflanzmaterial nicht liegen zu lassen, sondern zu verbrennen oder zu vergraben.

---

1) Vgl. die vom Kgl. Preuß. Ministerium f. Landwirtschaft usw. herausgegebenen Regeln. Verfügg. vom 2. August 1911. — 2) Schalk: Forstw. Zbl. 1905, 561. — Dittmar: Ztschr. f. F. u. Jw. 1905, 343.

6. Auf Freikulturen: Gute Bodenlockerung, Vermeidung dichter oder später Saaten, Begünstigung der Pflanzung mit gesunden Pflanzen an allen gefährdeten (graswüchsigen, feuchten usw.) Stellen.

Der Rat v. Tubeufs[1]), zur Kultur der Kahlschläge nur noch zweijährige Kiefern zu verwenden und diese in Fichten- oder Laubholzgebieten zu erziehen, ist für meistgefährdete Partien und Zeiten epidemischen Auftretens der Schütte angezeigt. Wo es gelingt, gesunde Jährlinge zu erziehen, steht der Verpflanzung derselben im allgemeinen aber nichts entgegen. — Zapfensaat anstelle von Kornsaat anzuwenden, empfiehlt sich aus allerhand Gründen (Samenpreis, dichter Stand usw.) nicht, wenn auch im Einzelfalle die aus Zapfensaat hervorgegangenen Kulturen größere Schüttefestigkeit gezeigt haben mögen.[2])

7. Bespritzen der gefährdeten Pflanzen mit Kupferpräparaten. In Gebrauch sind hauptsächlich die beiden hinsichtlich ihrer Herstellung und Wirksamkeit bereits S. 169 flgde. näher gewürdigten Kupfervitriollösungen: die Kupferkalk- und die Kupfersodabrühe.

Zur richtigen Zeit und vorschriftsmäßig angewendet, verbürgen beide Mittel allen zwei- und mehrjährigen Kiefernpflanzen einen hinreichenden, vielfach vollkommenen Schutz gegen Schüttebefall. Nur bei den einjährigen Pflanzen bleibt infolge des an ihnen vorhandenen Wachsüberzuges die Kupferlösung nicht haften und das Bespritzen dementsprechend wirkungslos. Die Erklärung dieser lange Zeit rätselhaften Ausnahmestellung der Kiefernjährlinge ist v. Tubeuf zu danken.

Beim Bespritzen sind die nachstehend näher erörterten Gesichtspunkte in bezug auf Zeit, Ort, Ausführung, Wiederholung, Beschaffenheit und Menge der Lösung, Kosten zu beachten.

a) Zeit des Spritzens.

Die Bespritzung soll geschehen sein, bevor die Sporen aus den reifen Apothecien der Waldstreu usw. ausgeworfen werden, und hat spätestens zu beginnen, wenn die ersten Fruchtlager auf den Kulturen sich öffnen. Dieser Zeitpunkt verschiebt sich je nach den Witterungsverhältnissen, fällt aber im großen ganzen in die Sommermonate Juli, August und September.

Die beste Spritzzeit ist demzufolge die Zeit von Mitte Juli bis Ende August. Späte, erst in der zweiten Augusthälfte oder gar erst im September vorgenommene Spritzungen sind von geringerer Wirkung bzw. wirkungslos. Ebenso haben sich zeitige, bereits im Mai oder Anfang Juni durchgeführte Spritzungen erfolglos gezeigt, sobald eine Wiederholung im Sommer unterblieb.

Um das Anhaften der Kupferbrühe nicht zu gefährden, darf nur bei trockener Witterung gespritzt werden. Bei Regenwetter, kurz nach einem solchen, vor drohenden Gewittern usw. ist das Spritzen ebenso zu unterlassen wie in den Morgenstunden, solange die Pflanzen noch stark betaut sind.

b) Ort des Spritzens.

Grundsätzlich sind schon die jungen Kulturen zu spritzen, um die Schütte am Einnisten zu hindern. Wo nicht alles gespritzt werden kann, was schutzbedürftig ist, sind nur die meistgefährdeten Stellen, diese aber sorgfältig zu spritzen.

Meistgefährdete Stellen sind in erster Linie alle Pflanzkämpe, in Freikulturen

1) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 395. — 2) v. Alemann: Über Forstkulturwesen. 3. Aufl. 1884, 68. — Sachsenröder: Forstw. Zbl. 1902, 313.

alle feuchteren Lagen, Kulturen, in denen im Frühjahr die Schütte stärker aufgetreten ist, sowie die nähere Umgebung solcher Orte.

Der Umfang der zu bespritzenden Flächen wechselt mit der Witterung. Starkes Schütten der Pflanzen im Frühjahr bedingt ein Anwachsen der zu schützenden Kulturen ganz besonders dann, wenn ein nasser Sommer folgt.

c) Ausführung des Spritzens.

Der Erfolg des Spritzens hängt wesentlich ab von der mehr oder minder großen Sorgfalt der Arbeiter und von der Qualität der verwendeten Spritzapparate.

Um eine gleichmäßige Benetzung der Nadeln mit der Kupferlösung zu ermöglichen, muß diese in vollkommenster Verteilung, in Form eines feinen Sprühregens auf die Pflanzen gebracht werden. Man bedient sich zum Auftragen der Spritzflüssigkeit besonderer Spritzapparate, die entweder für Handgebrauch eingerichtet sind (Handspritzen), auf dem Rücken getragen oder gefahren werden. Handspritzen sind für forstliche Verhältnisse nicht leistungsfähig genug, fahrbare Apparate infolge der Unebenheiten des forstlichen Geländes nicht gut verwendbar. In der Forstwirtschaft finden deshalb ausschließlich die auch im Obst- und Weinbau meist eingeführten Rückenspritzen Verwendung.

Das Wesentliche und Unterscheidende der im Gebrauch befindlichen Spritzen ist neben der Konstruktion des Verstäubers die Art der Druckerzeugung. Je gleichmäßiger und stärker der Druck ist, um so besser arbeitet der an den tragbaren Apparaten übliche einfache oder Doppelverstäuber. Der erstere ist überall dort vorzuziehen, wo Rücksicht auf besonders sorgfältige Ausführung des Spritzens zu nehmen ist. Um die das Spritzgeschäft außerordentlich störenden Verstopfungen der feinen Ausflußöffnungen sofort beseitigen zu können, sind die Verstäuber mit zweckmäßigen Reinigungsvorrichtungen versehen. Zu gleichem Zwecke wird bei fast allen Spritzen die Lösung durch ein mit einem Seihtuch zu überdeckendes Sieb in die Butte eingegossen, um Steinchen und andere Verunreinigungen fernzuhalten.

Nach der Druckeinrichtung unterscheiden sich die gebräuchlichen Apparate, je nachdem der nötige Druck durch fortgesetztes Pumpen während des Spritzens oder durch einmaliges Aufpumpen vor Beginn der Arbeit bzw. selbsttätig durch Kohlensäureentwicklung hergestellt wird. Die zuletzt genannten automatischen Apparate sind bequemer, weil das Bewegen des Pumpenhebels während der Spritzarbeit entweder gar nicht oder doch nur in geringem Maße nötig ist.

Die nicht automatischen Spritzen haben entweder Kolben- oder Membranpumpen. Bei den letzteren wird durch den an der tragbaren Butte angebrachten Hebel eine Gummimembran am Boden des Pumpraumes gehoben und gesenkt. Dadurch wird die Spritzflüssigkeit in den Windkessel gedrückt, was bei den Kolbenpumpen durch eine Kolbenvorrichtung geschieht.

Empfehlenswerte Spritzen sind:

1. Die Rebspritze Eclair von Vermorel in Villefranche und die ähnliche Deidesheimer Weinbergspritze der Rheinpfälzischen Maschinen- und Metallwarenfabrik Carl Platz in Ludwigshafen a. Rh. (Preis 36 Mk.). Beides sind Membranspritzen.

2. Die Mayfarthsche Patentspritze „Syphonia" der Firma Mayfarth u. Komp., Frankfurt a. M. Eine automatische Spritze mit getrennter Butte und Pumpe. In die Butte wird eine Atmosphäre Luft eingepumpt. Ein am Boden der Spritze angebrachter Kugelventilverschluß soll dafür sorgen, daß sich die eingeführte Luft ständig in der Butte erhält, so daß nach Entleerung des Spritzenkessels nur neue Spritzflüssigkeit durch Einpumpen zuzuführen ist. Gewicht einer 10 l fassenden Spritze gefüllt 17 kg, bei 15 l : 23 kg (Preis 40—45 Mk.).

3. Die Universalspritze von v. Tubeuf (Abb. 53). Bezugsquelle: Altmann in Berlin (Luisenstr. 47). Eine halbautomatische Spritze mit einer außerhalb der Butte angebrachten

Luftpumpe. Nach Einbringen der Lösung in den Kessel werden 2 Atmosphären Luft eingepumpt. Macht der Arbeiter während des Spritzens hin und wieder ein paar Stöße mit dem die Luftpumpe bewegenden linksseitig angebrachten Hebelarm, so erhält sich genügender Druck in der Spritze bis zur völligen Entleerung. Nach dem Gebrauche kann die Butte leicht gereinigt und getrocknet werden (Preis 32 Mk.).

4. Die Universalspritze Saxonia der Firma Gustav Drescher in Halle a. S. Der vorgenannten v. Tubeufschen Spritze sehr ähnlich. Durch eine bis auf den Boden der Butte reichende Luftzuführungsröhre soll der Bodensatz aufgewirbelt und dadurch eine gleichmäßige Mischung der Lösung erhalten werden (Preis 35 Mk.).

5. Die Rhenaniaspritze von Krewel in Köln. Der Druck wird bei dieser Spritze nicht durch Pumpen, sondern durch Kohlensäure erzeugt, die sich in der Butte beim Lösen des speziell für die Spritze vorgeschriebenen Kupferpräparates, des sog. Brausesalzes, entwickelt.

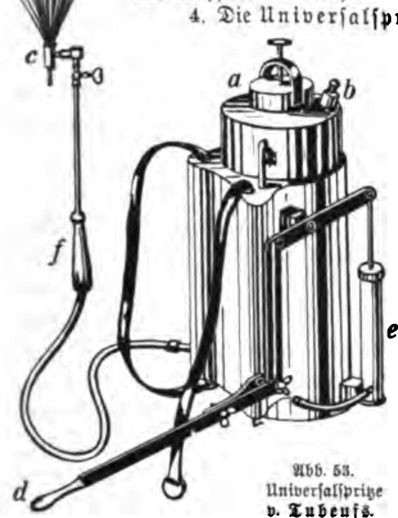


Abb. 53. Universalspritze v. Tubeufs.
a Deckel mit Gummiring. b Sicherheitsventil. c Verstäuber. d Griff zur Pumpe für die linke Hand. e Pumpe. f Handgriff für die rechte Hand.

Der Wert einer Spritze hängt von ihrer Bauart und Haltbarkeit ab. Je einfacher die erstere, je leichter Reparaturen ohne Zuhilfenahme fremder Kräfte ausgeführt werden können und je solider bei möglichster Leichtigkeit der Apparat gebaut ist, um so besser ist er. Um von der Spritzflüssigkeit nicht angegriffen zu werden, sind alle besseren Spritzen aus Kupfer hergestellt. Von Bedeutung für die Haltbarkeit ist, daß die Spritze nach dem Gebrauch — jeden Abend — gut gereinigt und ausgetrocknet wird.

Die Bespritzung ist so gründlich vorzunehmen, daß die Kiefernnadeln einen blauweißen Überzug zeigen. In verunkrauteten Kulturen müssen die Pflanzen vor dem Bespritzen frei geschnitten oder durch Niedertreten des Grases usw. für die Benetzung mit der Spritzflüssigkeit zugängig gemacht werden.[1]) Weiter sind beim Spritzen Windrichtung und Pflanzenstand zu beachten; Fehlstellen bedingen schnelles, dichter Pflanzenstand langsames Vorwärtsgehen des Arbeiters.

d) Wiederholung des Spritzens.

Die Kulturen sind in gefährdeten Gegenden und Zeiten wenn möglich jährlich zu spritzen, solange die Pflanzen 2, 3 oder 4jährig sind. Ältere Kulturen bedürfen nur ausnahmsweise des Schütteschutzes.

Da der Kupferüberzug im allgemeinen nur 4 Wochen an den Nadeln haftet, die Hauptinfektionsgefahr aber 10 Wochen (Mitte Juli bis Mitte September) währt, so ist theoretisch zweimaliges Spritzen (Mitte Juli und Mitte August) nötig. Nach vielseitigen Versuchen und Erfahrungen aber genügt für Freikulturen bei sorgfältiger Ausführung, trockenem Wetter und bei Verwendung einer dem Pflanzenstande entsprechenden Flüssigkeitsmenge einmaliges Spritzen zur Sicherung des Erfolges in der Regel. Wiederholte Bespritzung ist natürlich sicherer und wirkungsvoller, der

1) Förster Hasse hat zum Abbiegen und Niederhalten des Unkrautes ein mit der Spritze zu verbindendes Gerät „Exterminator" (Preis 7,50 Mk., bei Mehrbezug 6 Mk.) erfunden, dessen allgemeine Brauchbarkeit durch umfangreichere Versuche aber noch nicht erwiesen zu sein scheint; vgl. Forstw. Zbl. 1908, 541; Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 367.

Kosten wegen aber nicht immer durchführbar. Notwendig wird sie jedoch auch in den Freikulturen, wenn kurz nach dem Bespritzen Regen eintritt oder wenn der Pflanzenstand ein so dichter bzw. der Unkrautwuchs so stark ist, daß durch einmaliges Bespritzen genügende Benetzung sämtlicher Pflanzen nicht erwartet werden darf. In den Kämpen ist zweimaliges Bespritzen, zum ersten Male in der Zeit vom 15. Juli bis 1. August und zum zweiten Male in der Zeit vom 15. August bis 1. September, wenn irgend möglich, durchzuführen. Das Spritzen läßt sich hier viel vollständiger und sorgfältiger vornehmen als auf den Freikulturen und sichert gesundes Pflanzenmaterial für das Kulturgeschäft, sobald es gelingt, die Saatbeete schüttefrei zu halten.

e) Beschaffenheit und Menge der Lösung.

Der Wert der Kupferbrühen hängt in erster Linie vom Kupfergehalt, weiterhin vom Benetzungsvermögen der Lösung und ihrer Haftfähigkeit ab. Die kupferreicheren Brühen haben besseren Erfolg als die kupferärmeren. Schwache, nur 1%ige Brühen sind zwar in vielen Fällen nicht wirkungslos gewesen, empfehlen sich aber weniger als die 2%igen, um so mehr der zur Herstellung schwacher Brühen veranlassende Unterschied in den Kosten nur gering ist.

Brauchbar sind, wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, Kupferkalk- und Kupfersodabrühe. Der ersteren wird im allgemeinen die bessere Wirkung nachgerühmt. Die Kupfersodabrühe steht der Bordelaiser Brühe im Erfolg aber nahe, sobald sie hinreichend konzentriert (2%ig) verwendet wird. Ihre bequeme Zubereitung mit Hilfe des Heufelder Präparates sichert ihr sogar im Gebrauch die Überlegenheit über die andererseits etwas billigere Bordelaiser Brühe.

Um das Spritzen zu erleichtern und das Benetzungsvermögen der Brühe zu erhalten, ist auf möglichst feine und gleichmäßige Verteilung des in der Brühe suspendierten Niederschlages zu achten. Die Bildung eines Bodensatzes in den die Spritzflüssigkeit enthaltenden Tonnen ist durch öfteres Umrühren zu verhindern. Während des Spritzens läßt sich in gleicher Weise durch gelegentliches Schütteln der auf dem Rücken getragenen Spritze für Aufwirbelung des sich bildenden Bodensatzes Sorge tragen, sofern die Spritze nicht so wie so schon mit einer Rührvorrichtung versehen ist.

Die für Bespritzung der Flächeneinheit notwendige Menge Spritzflüssigkeit ist nach Art und Alter der Kultur, Pflanzenstand und Verunkrautung naturgemäß verschieden. Bei ihrer Bemessung ist im praktischen Betriebe außerdem die Möglichkeit der Wasserbeschaffung mit zu berücksichtigen. In Anlehnung an die in den Weinbergen auf 1 ha verwendeten Mengen sind mehrfach auch bei der Schüttebekämpfung ziemlich große Mengen — 600 bis 800 l für 1 ha — empfohlen und verwendet worden. Soweit es sich um Vollsaaten handelt, ist ein so hoher Bedarf nicht zu umgehen; in den üblichen Reihen- (oder Plätze-)saaten reichen 200—400 l Spritzflüssigkeit aus. In den Kämpen sind rund 5 l für 1 a notwendig. Selbstverständlich ist es empfehlenswert, die Flüssigkeitsmenge nicht bis aufs Äußerste zu beschränken, sondern gründlicher zu spritzen.

f) Kosten des Spritzens.

Allgemein gültige Zahlen über die Kosten sind ebensowenig möglich wie über die Menge der Spritzflüssigkeit. Die bedingenden Faktoren: Materialpreise, Konzen-

tration der Lösung, Schwierigkeit der Wasserbeschaffung, Gelände, Höhe des Tagelohnes usw. sind derartig wechselnde, daß die Zahlen, die bei den in großer Zahl[1]) vorhandenen statisch gefaßten Spritzversuchen ermittelt worden sind, erhebliche Schwankungen aufweisen. Im Durchschnitt kann man bei Anwendung von Bordelaiser Brühe für 1 ha 20 Mk. Kosten für einmaliges Bespritzen (einschließlich Abnutzung der Gerätschaften) rechnen. Unter günstigen Verhältnissen können die Kosten bis auf 10—15 Mk. heruntergehen, im Falle wiederholter Bespritzung aber auch bis 35 Mk. steigen.

g) Erfolge des Spritzens.

Die in den Jahren 1897—1900 in Preußen, Bayern und Braunschweig ausgeführten umfangreichen Spritzversuche, wie die seit dieser Zeit im praktischen Betriebe gesammelten Erfahrungen haben bewiesen, daß das Bespritzen der Kiefernkulturen mit Kupferlösungen zwar kein unbedingt schützendes Universalmittel gegen die Schütte, im großen ganzen aber eine sehr brauchbare, bei sachgemäßer Ausführung hinreichend zuverlässige Schutzmaßregel ist. Zu bedauern bleiben die geringe Wirksamkeit der Bespritzung gegenüber den Jährlingen, sowie die technischen Schwierigkeiten, die infolge der vielfach nur schwer durchführbaren Wasserbeschaffung der allgemeinen Anwendbarkeit des Schutzmittels erwachsen. Für die Kiefernwirtschaft bedeutet die Einführung der Kupferpräparate trotzdem eine sehr beachtenswerte Hilfe. Die von der Kupferbespritzung gebotene Möglichkeit, gesunde Pflanzen zu erziehen und meist bedrohte Örtlichkeiten über die Jahre der Gefahr hinwegzubringen, ist eine äußerst wertvolle Ergänzung der übrigen auf dem Gebiete des Waldbaues liegenden prophylaktischen Maßregeln gegen die Schüttekrankheit.

Auf indirekte Vorteile des Spritzens weisen die hier und da gemachten Beobachtungen hin, daß bespritzte Flächen weniger unter Wildverbiß, Pissodes notatus und Agaricus melleus zu leiden hatten als nicht bespritzte.

Zur Geschichte der Schüttebekämpfung mittels Kupferbespritzung.

Die ersten Versuche, die Schütte mit Bordelaiser Brühe zu bekämpfen, sind 1888 von Bartet und Vuillemin[2]) veröffentlicht worden. Sie blieben in Deutschland aber unbeachtet, trotzdem v. Tubeuf 1890 im Jahresbericht der Allg. F. u. J.-Ztg. auf sie aufmerksam machte. In Fluß kam die Anwendung des Kupfers gegen die Schütte erst durch eine Veröffentlichung von Osterheld[3]) 1898, durch welche bekannt wurde, daß der kgl. bayr. Förster Beck in Büchelberg (Pfalz) ohne Kenntnis der oben erwähnten französischen Versuche seit 1891 die Schütte in gleich erfolgreicher Weise mit Kupferkalkbrühe bekämpfe wie den falschen Mehltau des Weinstockes (Plasmopara viticola Berl. et De Toni). Durch die namentlich von der bayrischen Regierung dann sofort in großem Umfange aufgenommenen Spritzversuche wurde die Bedeutung für immer festgelegt, welche die Kupferpräparate auch für die forstliche Phytopathologie haben.

---

1) Vgl. Weber: Forstw. Zbl. 1899, 625. — Eberts: Allg. F. u. J.-Ztg. 1900, 331; Ztschr. f. F. u. Jw. 1903, 376. — Kienitz: das. 1900, 364. — Grundner: Allg. F. u. J.-Ztg. 1900, 370. — Wappes: Prakt. Blätter f. Pflanzenschutz 1900, 57; Forstw. Zbl. 1900, 404. — 2) Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, tome 106, 628. — v. Tubeuf: Forstl.-naturw. Ztschr. 1898, 460. — 3) Forstw. Zbl. 1898, 399; 1899, 451.

17. Lophodermium macrosporum R. Htg.

Fichtenritzenschorf.

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der Pilz ruft an der Fichte eine ähnliche Nadelkrankheit — die **Fichtennadelröte** — hervor wie der vorige an der Kiefer, befällt aber nicht die jüngsten Pflanzen, sondern tritt hauptsächlich in den **Dickungen** und **jungen Stangenholzarten**, also in den 15—40jährigen Beständen auf.

Die Infektion erfolgt im Frühjahr (Mai) und erstreckt sich im allgemeinen nur auf die Nadeln der **vorjährigen Triebe**. Die des neuen Jahrestriebes werden nicht befallen; ebenso werden 2jährige Nadeln nur ausnahmsweise angegriffen.

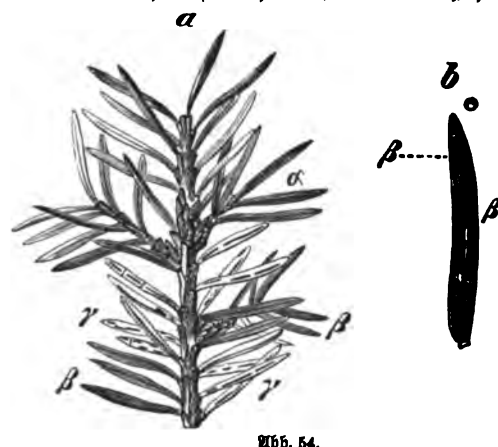


Abb. 54.
a Unterseite eines durch Lophodermium macrosporum R. Htg. befallenen Fichtenzweiges im Winter $(^1/_1)$.
α Getötete braune Nadeln an der Basis des 2jährigen Triebes. β Neu erkrankte Nadeln am 3jährigen Triebe. γ Nadeln mit schwarzen Perithecien.
b Gebräunte Fichtennadel mit reifen, aber noch nicht geplatzten Perithecien $(\beta;\ ^2/_1)$.

Das Krankheitsbild der infizierten Nadel besteht im Auftreten mißfarbiger Flecken und allmählichem Rot-, Gelb- oder Braunwerden. Oft zeigen die kranken Nadeln auch am Grunde einen schwarzbraunen Ring.

Zur Ausbildung der Fruchtkörper braucht der Pilz je nach den Ernährungsverhältnissen des Myzels und wohl auch in Abhängigkeit von der Jahreswitterung verschieden lange Zeit. **Mer**[1]) unterscheidet hiernach die α- und die β-Form. Bei ersterer fallen die erkrankten Nadeln nicht ab, sondern fruktifizieren, nachdem sie im Mai infiziert sind, am Baume. Die im August oder später an ihnen sich entwickelnden Apothecien reifen im Frühjahr des folgenden Jahres Es sind lange, anfangs braune, später glänzend schwarze Wülste (Abb. 54), die an den hängenden Nadeln zumeist an der **Nadelunterseite** auftreten. Sie öffnen sich im April und Mai mit einem Längsriß und entleeren ihre keuligen Schläuche.

Diesem verhältnismäßig schnellen Fruktifikationsverlauf steht ein langsamer, nach **Mer** erst an den abgefallenen Nadeln sich abspielender gegenüber (β-Form). Die erkrankten Nadeln bräunen sich bald und fallen schon im ersten Sommer oder Herbst nach der Infektion ab. Die Entwickelung der Apothecien erfolgt dann sehr langsam am Boden und zwar sowohl unter- wie oberseits der Nadeln. Bisweilen verzögert sich aber auch an den hängenbleibenden Nadeln die Apothecienbildung bis ins 3. Jahr nach der Infektion.

An den befallenen Stämmchen sterben die Nadeln von unten nach oben und von innen nach außen ab. Die Wipfel sind mitunter noch grün, während der übrige Teil des Stammes bereits entnadelt ist. Gleichzeitiger Abfall der geröteten Nadeln erinnert an die Nadelschütte der Kiefer.

---

1) Bulletin de la Soc. des Scienc. de Nancy. Tome XI (1911), 59.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Die Krankheit tritt namentlich im unteren Teile der Baumkronen auf. Randbäume und Überhälter sind der Ansteckung in erster Linie ausgesetzt.

Grundgestein und Meereshöhe sind anscheinend ohne Einfluß auf das Vorkommen; jedoch wurde die Krankheit (in Sachsen) auf kräftigem, frischem bzw. feuchtem Boden, sowie an Süd- und Westhängen am meisten beobachtet. Das häufigere Vorkommen in diesen Expositionen scheint mit den zur Zeit der Sporenreife herrschenden Windrichtungen zusammenzuhängen.

Der Pilz ist sehr verbreitet, bringt aber nur selten einen merkbaren Schaden hervor. Daß, wie von manchen Seiten angenommen wird, auch ältere Bäume infolge des Pilzbefalles eingehen, ist unwahrscheinlich. Schon das Absterben jüngerer Stämmchen bei starkem Befall gehört zu den Ausnahmeerscheinungen.

Die Fichtennadelröte ist beobachtet worden im Harze (Lautenthaler Revier), im Regierungsbezirke Stettin, in der Provinz Hannover, in Mecklenburg, kurz im ganzen norddeutschen Küstengebiet (abgesehen von Ostpreußen)[1]) und ganz besonders im Königreiche Sachsen. Ihr Auftreten datiert etwa seit dem Anfange der 1870er Jahre. In den Teilen der norddeutschen Ebene, wo die Fichte von Natur heimisch ist (Ostpreußen und Schlesien), zeigt sich die Krankheit nur vereinzelt; wo aber die Fichte künstlich angebaut wird, tritt der Pilz in größerer Ausdehnung auf.

In Sachsen waren (im Anfange der 1890er Jahre) von 109 Staatsforstrevieren 58, also über die Hälfte, von der Krankheit befallen. Am meisten hatten die Forstbezirke Eibenstock, Grimma und Schwarzenberg zu leiden, am wenigsten die Forstbezirke Dresden und Bärenfels. Hauptsächlich waren die im Süden und Westen liegenden Reviere infiziert, während die östlichen und besonders die nördlichen Reviere frei waren.[2])

C. Bekämpfung.

Die Bekämpfung der Krankheit ist kaum möglich und wohl auch kaum notwendig. Wo sie ins Auge gefaßt werden muß, kann es sich nur um Aushieb und Verbrennen stark befallener Äste bzw. ganzer Pflanzen handeln.

Jöbstl[3]) hat neuerdings auf die Bordelaiser Brühe als „billiges und einfaches Bekämpfungsmittel" hingewiesen. Die lange Fruktifikationsdauer des Pilzes macht den Wert und besonders auch die Billigkeit der Kupferbespritzung aber recht zweifelhaft, umsomehr ja ältere Pflanzen geschützt werden müßten.

18. Lophodermium nervisequium DC.

Weißtannenritzenschorf.

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der dem vorigen sehr ähnliche Pilz befällt vorwiegend die älteren Nadeln der Weißtanne (Abb. 55) und verursacht deren Bräunen (Mai bis Juli) und schließliches Abfallen.

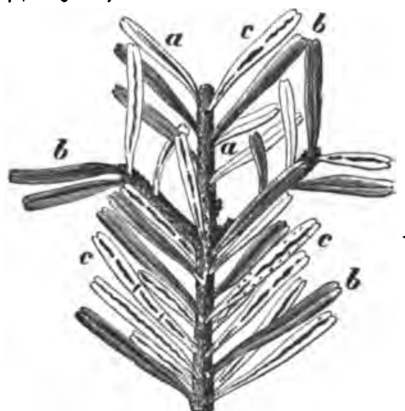


Abb. 55. Stück eines von Lophodermium nervisequium befallenen 4—5 jährigen Tannenzweiges (1/1). a Gesunde Nadeln. b Erkrankte braune oder gebräunte Nadeln. c Nadeln mit reifen Perithecien auf der Unterseite.

Auf der oberen Seite der erkrankten Nadeln erscheinen die Pykniden in wellig gekräu-

1) Schwappach: Ztschr. f. F. u. Jw. 1889, 608. — 2) Lommatzsch: Thar. Jhrb. 1890, 144. — Nobbe: das. 1893, 39. — Eichhorn: Forstl.-naturw. Ztschr. 1894, 389. — 3) Österr. F. u. J.-Ztg. 1908, 260.

selten, schwarzen Längswülsten. Später entstehen unterseits auf der Mittelrippe die Apothecien als schwarzbraune Längswülste (Abb. 55 *c*). Sie reifen an den hängenden Nadeln im April des nächsten Jahres, also an den 3jährigen Trieben; meist fällt ein Teil der Nadeln aber schon vorher ab. Die Sporen sind nur halb so groß als bei dem Fichtenritzenschorfe.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz kommt, ohne wesentlichen Schaden anzurichten, in allen Weißtannenwaldungen vor. Nach Mer[1]) befällt er gewöhnlich nur die tieferen Äste, die älter als 10 Jahre sind. Gefährlich wird er den befallenen Pflanzen nur in Kulturen und Verjüngungen auf ärmeren Standorten und scheint sich dann hauptsächlich durch die Pykniden auszubreiten, da die Apothecienbildung oft kümmerlich bleibt.

C. Bekämpfung.

Aushieb und Verbrennen der befallenen Stämmchen. Für arme Böden wird von Mer (a. a. O.) Düngung mit langsam wirkenden organischen Stoffen, Kalk und Kali, empfohlen.

Zusatz.

Noch geringere wirtschaftliche Bedeutung als die beiden zuletzt genannten Pilze haben die nachstehenden hierher gehörigen Nadelparasiten:

Lophodermium Abietis Rostr. auf Fichte und Tanne. Apothecien nicht in längeren Wülsten, sondern punktförmig. Die erkrankten Nadeln erst gelbfleckig, später rotbraun.

L. laricinum Duby auf Lärche; Apothecien sehr klein.

L. gilvum Rostr. auf Schwarzkiefer.

L. juniperinum (Fr.) de Not. auf Wachholder.

Hypodermella Laricis v. Tub. auf Lärche in den feuchten Lagen des Lärchengebietes der Schweizer Alpen (Wallis, Gotthard, Oberengadin) allgemein verbreitet. Apothecien klein, in der Mitte der Nadel in einer Längsreihe angeordnet, mit viersporigen Schläuchen.

Familie Phacidaceae.

Fruchtkörper (Apothecien) scheibenförmig, dickwandig, lederig, schwarz, in einem mit dem Substrat verwachsenen Stroma eingesenkt. Hymenium lange Zeit mit einer bei der Reife lappig aufreißenden Gewebedecke bedeckt. Das unter dem Schläuche und Paraphysen tragenden Hymenium liegende Hypothecium dünn.

19. Rhytisma acerinum Pers.

Ahornrunzelschorf.

Dieser Pilz erzeugt die Schwarzfleckenkrankheit der Ahornblätter. Der Spitzahorn zeigt die Krankheit im allgemeinen mehr als Berg- und Feldahorn.

Im Juli treten bei feuchter Witterung auf den genannten Blättern (bisweilen auch an den Blattstielen) zuerst gelbe, rundliche Flecken von 1—2 cm Durchmesser auf, welche sich vom August ab dunkel färben und zuletzt wie schwarze, von einem hellen Rande umgebene Tintenkleckse aussehen. Auf den Blättern des Spitzahorns werden diese als Sklerotien zu bezeichnenden Flecken viel größer als auf den Blättern des Bergahorns (Abb. 56 *a* und *b*) und nehmen auch meist rundere Formen an als auf letzteren, wo sie meist eckig und unregelmäßig gestaltet sind. Auf den infolge der Erkrankung vorzeitig abfallenden

1) Revue des eaux et forêts 1912, 481.

Blättern entwickeln sich im Laufe des Winters und folgenden Frühjahrs zahlreiche, wurmförmig gekrümmte Apothecien. Sie entstehen auf den schwarzen Flecken und öffnen sich bei feuchtwarmer Witterung durch einen Längsspalt. Die im April, Mai und Juni ausstäubenden, mit einer Gallerthülle versehenen, fädigen Sporen werden vom Wind auf die neuen Blätter getragen und erzeugen daselbst wiederum Flekken. Die Infektion durch die von aufsteigenden Luftströmungen in die Höhe getragenen Sporen pflegt um so stärker zu sein, je feuchter das Frühjahr ist.

Abb. 56 *a*.

Nach K. Müller[1]) zerfällt der seither als plurivor geltende Parasit in mehrere biologische Rassen. Der Spitzahornpilz (Rh. acerinum f. platanoides) infiziert vor allem Spitzahorn, weniger Berg- und Feldahorn. Auf Bergahorn kommt noch Rh. pseudoplatani n. sp., auf Feldahorn noch Rh. acerinum f. campestris vor. Letzterer befällt auch schwach den Spitzahorn, nicht aber den Bergahorn.

Der Pilz ist wirtschaftlich bedeutungslos. Der Schaden beschränkt sich auf verminderte Assimilation der Blattsubstanz und ist selbst bei starkem Befall unerheblich. In der Natur pflegt nebenbei auch eine Selbstregulierung in der Stärke des Befalles einzutreten.

Bekämpfungsmaßregeln, wie Einsammeln, Verbrennen, Untergraben des befallenen Laubes im Herbst, lohnen sich demnach nicht und können höchstens in Pflanzgärten erwogen werden.

Gleich unwichtig sind Rhytisma punctatum Pers. auf Bergahorn und Rh. salicinum Pers. auf Weidenarten.

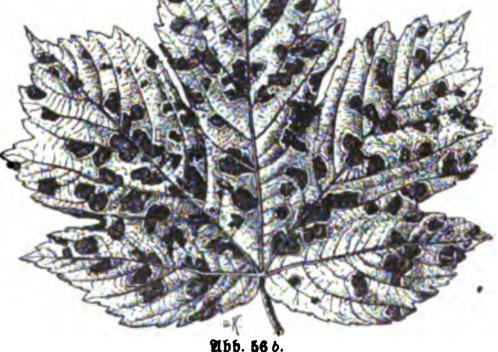


Abb. 56 *b*.

Abb. 56. Rhytisma acerinum Pers. *a* auf Spitzahorn, *b* auf Bergahorn. Die schwarzen Flecken sind von einer abgestorbenen, hellen Zone umgeben (2/5, Orig. G. K.).

20. Clithris quercina (Pers.) Rehm.[2])

Der Pilz ist ein Wundparasit der Eiche, der von abgestorbenem Gewebe aus in das gesunde vorzudringen vermag. Er befällt abgestorbene oder im Absterben begriffene Zweige und Äste, entwickelt seine Fruchtkörper unter der Rinde und bewirkt Aufreißen der Rinde in senkrecht zur Astachse verlaufenden Rissen und Lappen.

---

1) Zbl. f. Bakteriologie, Parasitenkde. u. Infektionskr. II. Abt. Bd. 36, 67; Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1912, 385. — Vgl. auch v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 21. — 2) Neger u. Dawson: Annales Mycologici 1907, 214.

Familie Pezizineae.

Fruchtkörper (Apothecien) schüssel- oder becherförmig, teils hart (Cenangium, Dermatea), teils fleischig oder wachsartig (Peziza, Botrytis). Hymenium bald frei werdend, teilweise lebhaft gefärbt.

21. Peziza (Dasyscypha) Willkommii R. Htg.

Lärchenkrebspilz.[1])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der Pilz verursacht den Lärchenkrebs und wird vielfach als alleinige Ursache der sog. „Lärchenkrankheit" angesehen. Unter „Lärchenkrankheit" aber versteht man allerhand Kümmerungszustände der Lärche, die mit dem Pilz nichts zu tun haben, sondern weit mehr mit falscher Behandlung der Lärche zusammenhängen.[2])

Neueren Beobachtungen zufolge ist der Pilz eine wohl immer sekundäre Erscheinung. Unter zusagenden Standortsverhältnissen erzogene und richtig behandelte Lärchen haben von ihm nichts zu fürchten. Wo er den von ihm befallenen Lärchen gefährlich wird, sind andere, zum großen Teil in falscher waldbaulicher Behandlung begründete Faktoren vorbereitend tätig gewesen.

Als Ursachen der Lärchenkrankheit werden angegeben:

Naßkalte Nebel und Spätfröste — Mangel an Licht, ungeeigneter Boden und anhaltend große Luftfeuchtigkeit (Ebermayer) — Vertrocknung der Nadeln infolge dürrer Vorsommer und Degeneration der Lärchen durch den Anbau kränkelnder Individuen (Reuß) — partielle Zerstörung der ersten Benadelung durch die Motte, daher Verkümmern der Zaserwurzeln und Vertrocknen der Zweigspitzen bei folgender Dürre; dazu komme die Wechselwirkung von Wipfeltrocknis und Wasserreisern (Borggreve) — der oben genannte parasitische Pilz (R. Hartig).

Abb. 57.
Lärchenast mit einer durch Peziza Willkommii R. Htg verursachten Krebsstelle.
a Harzerguß, auf der Rinde einen grauweißen Überzug bildend. *b* Erste Fruchtpolster in Gestalt stecknadelkopfgroßer, gelblichweißer Pusteln. *c* Schüsselförmige Apothecien mit rot gefärbtem Hymenium (1/1, Orig.).

Die äußeren Symptome des Lärchenkrebses sind: Auftreten glatter, mattglänzender Flecken mit wulstigen Rändern bzw. leichter Anschwellungen sowohl am Schaft, als an den Ästen; Entstehen von Rissen in der Rinde; Austreten von Terpentin (Abb. 57 *a*); zunehmendes Aufbersten, sogar stückweises Ablösen der Rinde vom Holzkörper; Hervorbrechen zunächst kleiner, gelblichweißer, Konidien er-

1) Die Nomenklatur des Pilzes hat verschiedene Phasen durchgemacht. Willkomm beschrieb den Pilz zuerst ausführlich und bezeichnete ihn als Corticium amorphum Fr. H. Hoffmann (Gießen) führte ihn dann 1868 als Peziza calycina Schum. in die Literatur ein, und R. Hartig erst gab ihm 1874 — mit Rücksicht auf Willkomms Priorität — den Namen Peziza Willkommii, weil er fand, daß der Lärchenkrebspilz mit P. calycina nicht identisch ist.

2) Zur Literatur: Willkomm, M.: Die mikroskop. Feinde des Waldes. 2. Hft. 1867, 167. — Reuß, L.: Die Lärchenkrankheit. Hannover 1870. — Hartig, R.: Untersuchgn.

zeugender Pusteln (Abb. 57*b*), auf denen sich später schüsselförmige Fruchtkörper (Apothecien) mit filzigem, weißem Außenrand und glatter, lebhaft rot gefärbter Innenfläche (Abb. 57*c*) entwickeln. Die abgestorbenen Stellen werden mit der Zeit schorfartig und sinken in der Mitte ein. Ein Stamm ist nicht selten mit zwei oder mehr Krebsen behaftet.

Der Pilz vermag nur an Wundstellen in das Rindengewebe der Lärche einzudringen. Von der Wundstelle aus wuchert das Myzel im Rindenparenchym, Weichbaste und Kambium, zerstört die Gewebe und greift selbst in den Holzkörper über. Während des Sommers geht die Ausbreitung des Myzels nur äußerst langsam vor sich, so daß sich auf der Grenze des gesunden und kranken Gewebes eine breite Korkschicht zum Schutze der Pflanze bildet. Während der Vegetationsruhe aber wächst das Myzel weiter und bewirkt eine allmähliche, in der Längsrichtung meist schneller als in der Querrichtung vorschreitende Vergrößerung der Krebsstelle. Die Gestalt der letzteren wird während des oft Jahrzehnte dauernden Kampfes zwischen Pilz und Wirt immer spindelförmiger.

Wo das Wachstum der Lärche infolge zusagender Standortsverhältnisse ein freudiges ist, bleibt die Krebsstelle klein und ohne nachteilige Folgen. Wenn der befallene Baum aber aus irgendwelcher Ursache kränkelt, vergrößert sie sich mehr und mehr. Das Myzel dringt durch die Markstrahlen in den Holzkörper, verbreitet sich hier unter Umständen bis zur Markröhre und unterbindet die Saftleitung. Der Baum beginnt dann sichtlich zu kümmern. Es tritt Abwelken der Nadeln, Vertrocknen der Triebspitzen, Eingehen ganzer Zweige und nicht selten vollständiges Absterben ein, zumal in dumpfen Lagen, in denen sich auch die gegen Trocknis sehr empfindlichen Pilzpolster auf der Rinde massenhaft entwickeln.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Lärchenkrebs befällt zunächst die europäische Lärche, kommt aber auch an der lange Zeit für immun gehaltenen japanischen Lärche, sowie an Larix occidentalis vor. Er zeigt sich an den mannigfaltigsten Standorten, jedoch vorwiegend in feuchten, dumpfen, von Nebeln und Spätfrösten heimgesuchten Lagen. Täler, Mulden, die unteren Hälften der Hänge und wasserreiche Ebenen sind daher der Weiterverbreitung der Krankheit am günstigsten.

Die gewöhnlichen Altersgrenzen der befallenen Stämme schwanken zwischen 10 und 40 Jahren; am gefährdetsten ist das 10—20jährige Holz.

Dichter Bestandsschluß sagt der Lärche schon an sich nicht zu und leistet der Krankheit Vorschub. Saatbestände leiden daher unter sonst gleichen Umständen mehr als Pflanzbestände. In reinen Lärchenbeständen tritt das Übel in höherem Grade auf als in mit anderen Holzarten durchmischten. Am wenigsten leiden die Lärchen in Laubholzkulturen.

---

a. d. forstbot. Institut I, 1880, 63. — **Boden, Fr.**: Die Lärche usw. Hameln u. Lpz. 1899. — **Ebermayer**: Allg. F. u. J. Ztg. 1864, 449. — **Bose**: Forstl. Bl. 10. Hft. 1865, 68. — **Hartig, R.**: Ztschr. f. F. u. Jw. 1870, 356. — **Borggreve**: Allg. F. u. J. Ztg. 1871, 133; Forstl. Bl. N. F. 1875, 195; 1889, 231. — **Middeldorpf**: das. Suppl. Hft. III; 1874, 1. — **Hartig, Th.**: Allg. F. u. J. Ztg. 1872, 184. — **Bernhardt, A.**: Ztschr. f. F. u. Jw. 1874, 219. — **Ders. u. Hartig, R.**: Forstl. Bl. N. F. 1875, 282. — **Cieslar, A.**: Zbl. f. d. ges. Fw. 1904, 1. — **Baudisch**: das. 1904, 139.

Man hat den Lärchenkrebs in Deutschland etwa seit den 1840er Jahren und zwar neuerdings fast allenthalben, wo die Lärche Anbau gefunden, beobachtet, so z. B. im Forstgarten zu Riddagshausen bei Braunschweig (seit 1845), in Oberhessen (1850), im Rothaar- und Edergebirge (1856), Spessart, Odenwald, Thüringer Wald, Erzgebirge, Harz, in der Rhön, in Ostpreußen (1880); ferner in England und Schottland in ganz verheerender Weise. Seine ursprüngliche Heimat sind die Alpen; von hier aus ist er teils langsam, teils sprungweise (durch Versendung infizierter Pflanzen) in Deutschland vorgedrungen.

Die Folgen des Krebses bestehen in Zuwachsverlust, Verminderung der Nutzqualität, Begünstigung der Insekten- und Bruchschäden, unter Umständen sogar in völligem Eingehen der befallenen Individuen. Wenn ungünstige Standorts- oder Witterungsverhältnisse oder sonstige Kalamitäten (Mottenfraß) vorbereitend wirken, kann der Lärchenanbau für die einzelne Örtlichkeit in Frage gestellt sein.

C. Bekämpfung.

Eine direkte Bekämpfung des Krebses ist nur bei Vorkommen von Astkrebsen durch Entfernung der erkrankten Äste möglich oder bedeutet, wenn es sich um Schaftkrebse handelt, Aushieb der kranken Individuen.

Viel wichtiger ist, dem sekundären Charakter der Krankheit entsprechend, die Vorbeugung. Deren Aufgabe umschließt:

1. Sorgfältige Beachtung der Standortsansprüche der Lärche beim Anbau dieser wirtschaftlich wertvollen Holzart.

Der Boden muß tiefgründig, humos, frisch, kräftig und von krümeliger Struktur, die Lage frei, luftig und warm sein. Es gibt keine Holzart, die schon von frühester Jugend an mehr auf Luft und Licht angewiesen ist als die Lärche. Dumpfe, feuchte Standorte, eingeschlossene Täler usw. eignen sich nicht für sie. Stets ist luftiger Stand in freier Lage notwendig.

2. Vermeidung des Anbaues der Lärche in reinen Beständen und Gewährung eines angemessenen Wachsraumes schon bei der Bestandsbegründung.

Am besten gedeiht die Lärche als (frühzeitig) eingesprengte Holzart im Buchenhochwalde. Sie eignet sich aber auch zur Einmischung in Tannen- und Fichtenbeständen, vorausgesetzt, daß hier dauernd für rechtzeitige Entfernung alles beengenden, die Kronenentwickelung der Lärche hindernden Materiales gesorgt wird. Geeignet ist die Lärche auch als Oberholz im Mittelwalde, sofern hier kein Seitenschatten vorhanden ist.

22. Peziza (Dasyscypha) calyciformis Willd.

Fichtenkrebspilz.

Der an abgestorbenen Ästen der Tanne und anderer Nadelhölzer (Bergkiefer, Lärche, sibirische Tanne) als Saprophyt häufig vorkommende nahe Verwandte des Lärchenkrebspilzes wird von Zederbauer[1]) für das Entstehen krebsartiger Wülste an den unteren Stammteilen von Fichten verantwortlich gemacht. Die Krebsstellen treten in der Umgebung der durch Schälen und Fegen des Rotwildes entstandenen Wunden, an den Ansatzstellen abgestorbener Äste, in den Astwinkeln und auf den Ästen auf. Schwache, unterdrückte Bäume scheinen mehr befallen zu werden als starke.

23. Botrytis cinerea Pers.

Der Pilz, vermutlich die Konidienfruchtform von Sclerotinia Fuckeliana de Bary, ist ein sehr verbreiteter Saprophyt, der unter zusagenden Verhältnissen anscheinend leicht zur parasitischen Lebensweise überzugehen vermag. Forstlich bemerkenswert ist er dadurch

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1906, 1.

geworden, daß er von manchen Seiten[1]) für das Absterben junger Nadelholztriebe verantwortlich gemacht wird. Die befallenen, durch ungünstige klimatische Einflüsse, namentlich durch Frost, kalte, feuchte, stagnierende Luft, im einzelnen Falle vielleicht auch durch äußere mechanische Einwirkungen (Insekten) prädisponierten Triebe welken im Sommer, werden trocken, verlieren ihre Nadeln und krümmen sich in der gleichen Weise ein, wie es bei erfrorenen Trieben der Fall zu sein pflegt. Im Herbst treten an der Basis der abgestorbenen Triebe, sowie an den noch vorhandenen Nadeln kleine schwarze Sklerotien auf, aus denen Botrytis erzogen werden kann.

Der Pilz wird, soweit sein Auftreten nicht rein saprophytisch ist, hauptsächlich jugendlichen, der Spätfrostgefahr ausgesetzten Nadelhölzern gefährlich. Er ist an Fichte, Tanne, Douglasie (Botrytis Douglasii v. Tub. = B. cinerea)[2]), Picea pungens, Abies concolor und anderen exotischen Koniferen beobachtet worden.

24. Cenangium Abietis (Pers.) Rehm.

Der Pilz ist ebenfalls ein weitverbreiteter Saprophyt, der aber nach den Beobachtungen im Jahre 1892[3]) unter günstigen Verhältnissen zum epidemisch auftretenden Gelegenheitsparasiten werden kann. Er befällt die gem. Kiefer, sowie die Schwarz- und Pechkiefer vom 5. Jahre ab, namentlich aber im 12- bis 20jähr. Alter und vermag bei starker — im Herbst stattfindender — Infektion Absterben von Trieben und Zweigen herbeizuführen. Infolge des in der Rinde des letzten und vorletzten Jahrestriebes wuchernden Myzels sterben die Nadeln dieser Triebe von der Basis aus ab; ebenso vertrocknen die Endknospen. Größere, bis zum Absterben älterer Zweige und selbst ganzer Pflanzen sich steigernde Verheerungen und allgemeines epidemisches Auftreten des Pilzes sind höchstwahrscheinlich aber nur unter Mitwirkung vorbereitender Witterungseinflüsse[4]) möglich.

Neben Pykniden treten im abgestorbenen Gewebe der älteren, später auch der einjährigen Triebe, gruppenweise zusammensitzende, schüsselförmige, schwarzbraune Apothecien auf.

25. Dermatea carpinea (Pers.) Rehm.

Der Pilz ist ein Wundparasit des Hornbaumes. Sein namentlich in der Längsrichtung von oben nach unten wucherndes Myzel durchzieht Rinde und Holz vorzugsweise in den Gefäßen und Markstrahlen und bringt im Verlaufe einiger Vegetationsperioden Äste und Stangen, nach Wagner[5]) selbst ältere 70—80jährige Bäume zum Absterben. Der erkrankte, von der Infektionsstelle (Aststummel) oft streifenförmig am Stamm herablaufende Rindenteil ist an einer schwachen Aufhellung kenntlich. Darüber hinaus ist das Myzel meist schon im Holz vorgedrungen und breitet sich in dessen noch gesunden Partien während der einzelnen Vegetationsperioden mehr und mehr aus.

Die Apothecien des Pilzes entstehen auf einem Stroma, dessen zunächst erzeugte Konidienlager die abgestorbene Rinde sprengen.

Bekämpfung: Aushieb der befallenen Stangen.

Familie Rhizinaceae.

Fruchtkörper fleischig, wachsartig, stiellos. Hymenium von Anfang an frei auf einer mehr oder weniger differenzierten Unterlage. Schläuche mit Deckeln aufspringend.

26. Rhizina undulata Fr. = Rh. inflata Schaeff.

Welliger Wurzelschwamm, Ringseuche.[6])

Der besonders auf Brandflächen (Meilerstellen) verbreitete, hauptsächlich saprophytisch lebende Pilz bewirkt hier und da das Absterben junger Nadelholzpflanzen. Charakteristisch

---

1) Ritzema Bos: Forstl.-naturw. Ztschr. 1897, 174. — Tuzson: Ztschr. f. Pflanzenkr. 1901, 95. — v. Tubeuf: Beiträge z. Kenntnis d. Baumkrankh. Berlin 1888, 4. — Neger: Thar. Jhrb. 1910, 149. — 2) Zederbauer: Zbl. f. d. ges. Fw. 1906, 459. — 3) Schwarz, Fr.: Die Erkrankg. d. Kiefern durch C. Abietis. Jena 1895. — 4) Kienitz: Ztschr. f. F. u. Jw. 1896, 251. — 5) Wagner: Ztschr. f. Pflanzenkr. 1896, 76. — Neger: Thar. Jhrb. 1906, 49. — 6) Hartig, R.: Forstl.-naturw. Ztschr. 1892, 291, 477.

ist sein ringförmiges [1]) Auftreten. Er verbreitet sich mit Hilfe seines durch Drüsenhaare ausgezeichneten fädigen Myzels, das im Boden fortwuchert, die Wurzeln benachbarter Pflanzen dicht umspinnt und in Rinde und Holz eindringt.

Die in der Nähe der erkrankten Pflanzen auf dem Boden erscheinenden Fruchtkörper (Apothecien) des Pilzes sind flach schüsselartig, 1—5 cm groß, oben wellenförmig und kastanienbraun, unten hellgelb und wollig. Durch dicke Myzelstränge sitzen sie dem Erdboden auf.

Bekämpfung: Vernichten der befallenen Pflanzen und Isolieren der erkrankten Stelle durch Stichgräben.

Ordnung Basidiomycetes.

Unter den durch das Vorhandensein echter, d. h. regelmäßig ausgebildeter Basidien gekennzeichneten Basidiomyceten, den Eubasidii, enthalten die Unterordnungen Uredineae und Hymenomycetes forstlich schädliche Pilze. Bei den Uredinae sind die Basidien quer geteilt und wachsen aus Chlamydosporen hervor, während sie bei den Hymenomycetes, den Hautpilzen, ungeteilt, keulig und im freistehenden Hymenium eines mehr oder weniger differenzierten Fruchtkörpers zusammengeordnet sind.

Unterordnung Uredinae. Rostpilze.

Die Rostpilze sind echte, an eine streng parasitische Lebensweise angepaßte Pilze, deren ausschließlich interzellular wachsendes Myzel häufig gelbe oder orangegelbe Öltröpfchen führt. Sie sind weiter durch mehrere, bei den einzelnen Arten in der Zahl wechselnde, verschieden gestaltete Sporenformen ausgezeichnet. Man unterscheidet fünf Formen: Teleuto-, Uredo-, Äcidiosporen, Basidiosporen oder Sporidien und Spermatien oder Konidien.

Der vermutlich keinem Rostpilze fehlenden Teleuto-(Winter-)spore, der weitaus wichtigsten Sporenform, fällt zumeist die Aufgabe zu, den Pilz zu überwintern. Sie ist deshalb gewöhnlich mit dicker Membran ausgestattet und keimt im Frühjahr zu einer meist vierzelligen Basidie (Protobasidie, Promyzel) aus. Jede dieser vier Zellen schnürt an einer fädigen Ausstülpung (Sterigma) je eine Basidiospore ab. Diese Basidiosporen besorgen die Infektion und Übertragung der Krankheit, indem sie auskeimend die Epidermis durchdringen. Nach kurzer Zeit bilden sich an dem von der Basidiospore infizierten Blatte oberseits Pykniden (Spermogonien), deren Konidien, die Spermatien, für den Pilz aber belanglos zu sein scheinen. An anderer Stelle, vielfach blattunterseits, brechen bald darauf mehr oder weniger becher- oder blasenförmige Fruchtkörper hervor, in denen vierzellige, mit gelbem oder orangegelbem Öl angefüllte Sporen, die Äcidiosporen, reihenweise auf kurzen Trägern erzeugt werden.

Gewöhnlich sind die eben genannten Fruchtlager von einer aus flachen Zellen bestehenden Hülle, der Pseudoperidie, nach außen abgeschlossen. Sie heißen in diesem Falle Äcidien. Wenn sie keine Hülle besitzen, wie bei Melampsora, spricht man von Caeoma.

Die Äcidiosporen entstehen gewöhnlich im Frühjahr oder im zeitigen Sommer und erfüllen ihre Aufgabe, den Pilz zu Beginn der Vegetationszeit zu verbreiten, dadurch, daß sie mit einem Keimschlauch auskeimen und geeignete Nährpflanzen durch die Spaltöffnungen infizieren. Mehrere Wochen später bringt das Myzel an den befallenen Pflanzen die der Verbreitung während des Sommers dienende Uredosporenform hervor. Es sind zumeist gestielte, in Büscheln zusammensitzende Sporen, die mit mehreren, gleichfalls durch die Spaltöffnungen in die Gewebe eindringenden Keimschläuchen auskeimen.

Während der Vegetationsperiode erzeugt die Uredosporengeneration in mehrfacher Folge von neuem Uredosporen. Diese werden dadurch zur hauptsächlichsten Verbreitungsform der Rostpilze. Erst später, oft erst im Herbst, bilden sich in den Uredo- oder in anderen Fruchtlagern die eingangs erwähnten Herbst- oder Wintersporen, d. h. die im Frühjahr zu Basidien auskeimenden Teleutosporen.

1) Eulefeld: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 527. — Mangin: Compt. Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, tome 154 (1912), 1525.

Die Zahl der auftretenden Sporenformen ist bei den einzelnen Uredineenarten verschieden. Neben solchen Arten, die nur Teleuto- und Uredosporen ausbilden, gibt es andere, bei denen außerdem Äcidien oder alle Sporenformen vorkommen.

Die Rostpilze unterscheiden sich weiterhin darin, daß sich bei manchen Arten der ganze oben geschilderte Entwicklungszyklus auf einer Nährpflanze abspielt (autözische Rostpilze), während bei anderen Arten einerseits Pykniden und Äcidien, andererseits Uredo- und Teleutosporenlager auf verschiedenen Wirtspflanzen zur Entwicklung kommen.

Man bezeichnet diese zweite, kleinere Gruppe als wirtwechselnde oder heterözische Rostpilze. Unter den heterözischen Uredineen gibt es wieder eine Reihe von Arten, die zwar morphologisch, nicht aber biologisch übereinstimmen, bei denen vielmehr scharfe Unterschiede in bezug auf den Teleutosporenwirt vorhanden sind (spezialisierte Arten oder Formen, Gewohnheitsrassen).

Die Feststellung der durch das Vorkommen heterözischer und biologischer Arten oft außerordentlich verwickelten genetischen Verhältnisse der einzelnen Sporenformen ist bei einer großen Reihe von Rostpilzen erst der neuzeitlichen Forscherarbeit gelungen. Bemerkenswert sind in dieser Richtung neben den verdienstvollen Arbeiten zahlreicher anderer Mykologen namentlich die umfangreichen Studien von H. Klebahn.[1])

Die Rostpilze werden vornehmlich den Kulturgewächsen des Landwirtes schädlich; sie rufen hier sogar die bedeutungsvollsten parasitären Erkrankungen hervor. In der Forstwirtschaft werden den für den Großbetrieb in Betracht kommenden Holzarten nur die Äcidienformen mehrerer wirtwechselnder Arten in wirtschaftlich beachtenswerterem Maße gefährlich.

Familie Melampsoraceae.

Teleutosporen ungestielt, zu flächen- oder polsterförmigen Lagern oder (seltener) Säulchen vereinigt.

27. Melampsora pinitorqua Rostr. Äcidienform: Caeoma pinitorquum A. B. Kieferndrehpilz.[2])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der unter dem vorstehenden Namen oder als Kieferndreher und Drehrost bekannte heterözische Rostpilz erzeugt seine Uredo- und Teleutosporen auf den Blättern von Aspe, Grau- und Silberpappel. Forstlich ist dieses Vorkommen insofern vollständig belanglos, weil selbst bei starkem Befall irgendwelche Schäden für die betroffenen Pappelarten nicht entstehen.

Von Bedeutung aber ist die Infektion der Maitriebe jüngerer Kiefern durch Basidiosporen des Pilzes. Das aus ihnen hervorgehende Myzel breitet sich interzellular im Rindenparenchym aus und dringt durch die Markstrahlen auch ins Holz ein.

Noch ehe die Triebe ihre volle Länge erreicht haben, bewirkt das Myzel das Entstehen anfangs hellgelber, 1—3 cm langer Flecke, aus denen sich im Juni, nachdem die äußere Rindenschicht der Länge nach aufgeplatzt ist, die goldgelben, hüllenlosen Caeoma-Lager erheben (Abb. 58 bei *a*). Der durch die Fruchtlagerbildung und durch das Aufreißen der Rinde seines Haltes einseitig beraubte und an der gegenüberliegenden Seite sich weiter streckende Trieb senkt und krümmt sich durch seine eigene Schwere, ein Vorgang, der infolge der späteren Wiederaufrichtung der Triebspitze zu

1) Vgl. „Kulturversuche mit heterözischen Uredineen" in der Ztschr. f. Pflanzenkr. 1892—1912 und das zusammenfassende Werk: Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904.

2) Hartig, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1872, 99; Allg. F. u. J.-Ztg. 1885, 326; Wichtige Krankh. d. Waldbäume 1874, 83.

allerhand mehr oder weniger ∼förmigen Triebkrümmungen führt. Daher die oben erwähnte Bezeichnung der Krankheit.

Das Myzel des Pilzes perenniert vermutlich in der einmal befallenen Pflanze, wächst alljährlich in die Maitriebe hinein und bildet hier neue Caeoma-Lager. Dieses fortgesetzte Neuauftreten der Krankheit führt zur Verkrüppelung älterer und zum Eingehen jüngerer 1—3jähriger Pflanzen. Wenn der Maitrieb durch die Rißbildung nur in geringem Maße betroffen ist, überwallt die kranke Stelle; die Krümmung verwächst dann mit der Zeit wieder. Wenn hingegen mehrere Caeoma-Polster an ein und demselben Triebe sich ausbilden oder das einzelne Fruchtlager rund um den Trieb sich ausdehnt, stirbt der Trieb in vielen Fällen ab und hängt Ende Juni wie erfroren herab.



Abb. 58. Von Caeoma pinitorquum A. B. befallener Kieferntrieb. Bei a Caeoma-Lager (1/1, Orig. G. K.).

B. Vorkommen, Verbreitung und Bekämpfung.

Der Parasit befällt hauptsächlich die gemeine Kiefer, daneben auch Berg- und Weymouthskiefer. Gefährdet sind in erster Linie 1—10jährige Pflanzen; doch findet sich der Pilz mitunter auch schon an Keimlingen, niemals aber an älteren, dem Stangenholzalter sich nähernden Individuen.

Auftreten und Intensität der Krankheit werden von der Witterung beeinflußt. Bei trockenem Wetter verkümmern die Caeoma-Polster, während feuchte Witterung im Mai und Juni die Krankheit begünstigt und leicht Veranlassung sein kann zum vollkommenen, frosttodähnlichen Absterben der jungen Triebe.

Der Kieferndrehpilz wurde beobachtet in Zerrin (1852), bei Batow (Regierungsbezirk Köslin), bei Göttingen (1860), in Pommern (1863 und 1864 bei Greifswalde) und in der Mark, im Spessart (Revier Heinrichstal), in den Waldungen bei Gießen (1870), in Jütland usw.

Im Anfange der 1870er Jahre ist er besonders schädlich im nördlichen Deutschland aufgetreten.

Bekämpfung: 1. Abschneiden und Verbrennen der befallenen Triebe.

2. Frühzeitige Entfernung der Aspe aus den Kiefernschonungen, wenn der Pilz epidemisch auftritt.

28. Melampsora Larici-Tremulae Kleb. Äcidienform: Caeoma Laricis R. Htg. Lärchennadelrost.

Auf den Blättern der Aspe und anderer Pappelarten kommen außer dem vorher genannten Rostpilze noch einige andere Melampsora-Arten vor, von denen M. Larici-Tremulae Kleb. und M. Larici-populina dadurch forstlich beachtenswert werden, daß ihre Caeoma-Lager auf den Nadeln der Lärche als kleine, gelbe Polster sich entwickeln. Wenn auch die Benadelung hierdurch bisweilen stark dezimiert wird, so sind doch nennenswerte Schäden durch den Lärchennadelrost nicht bekannt.

29. Melampsora-Arten auf Weiden. Weidenrost.

Auf den Blättern der verschiedenen Weiden kommt eine große Anzahl von spezialisierten Melampsora-Arten vor, deren Äcidien teils ebenfalls auf Lärchen-

nadeln, teils auf den Blättern von Ribes-Arten, Evonymus, Allium-Arten, Galanthus, jungen Tannennadeln usw. zur Entwicklung gelangen. Angesichts ihrer anscheinend sehr weitgehenden Spezialisierung sind die namentlich auf Grund der Untersuchungen von Klebahn und Schneider[1]) zurzeit ausgeschiedenen Arten noch keineswegs sämtlich feststehend.

Praktisch wichtig ist bei allen diesen Rostpilzen nur die Uredo- und Teleutosporengeneration, weil bisweilen Kulturweiden in stärkerem Maße befallen werden. An den erkrankten Pflanzen zeigen sich Ende Mai oder Anfang Juni auf den Blättern, sowie an der Rinde junger Triebspitzen die Uredolager als kleine goldgelbe Sporenhäufchen. Die gegen Ende des Sommers und Anfang Herbst auftretenden Teleutosporenpolster sind zunächst ebenfalls orangegelb, dann schmutziggelb und zuletzt braun bis schwarz. Die befallenen Blätter werden gelb und schwarzfleckig, rollen sich zusammen, vertrocknen und werden vorzeitig abgeworfen. Die Entwicklung der Weidenruten kann bei starker, durch feuchte Witterung begünstigter Infektion in fühlbarer Weise beeinträchtigt werden.

Bekämpfung: 1. Bespritzen der Weiden mit verdünnter Karbolsäure[2]) oder mit einer Kupferlösung (Bordelaiser Brühe usw.)

Karbolsäure ist mit Erfolg in den Fürstlich Ysenburg-Büdingschen Waldungen angewendet worden. Auf 10 l Wasser nimmt man 15—25 g rohe Karbolsäure, mengt beides in einem Eimer gut zusammen und bespritzt die Stecklinge hiermit. Die Maßregel muß aber mehrmals wiederholt werden. Eine neue Anlage wurde hierdurch vor der Infektion durch eine anstoßende, stark befallene ältere Kultur vollständig bewahrt. Gesamtkosten für 1 ha 1,50 Mk.

Auf den Wert des Kupfervitrioles als Fungizid wurde bereits oben (S. 169) hingewiesen.

2. Abschneiden und Verbrennen der erkrankten Ruten, sobald man den Rost wahrnimmt.

3. Zusammenrechen und Untergraben oder Verbrennen des infizierten Laubes im Herbst und Frühjahre.

30. Melampsorella Cerastii (Pers.) Schröt. = M. Caryophyllacearum DC.
Acidienform: Aecidium elatinum Alb. et Schw.
Tannenkrebspilz.[3])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Die bis 1901 unbekannten, von Ed. Fischer (a. a. O.) aufgefundenen Wirtspflanzen der Uredo- und Teleutosporengeneration des als Erzeuger der Tannenkrebse und Hexenbesen längst berüchtigten Rostpilzes sind Alsineen, insbes. Stellaria-Arten, Cerastium caespitosum und Moehringia trinervia. Zuweilen sind die Blätter dieser Pflanzen von den pustelförmigen, mit Pseudoperidien überzogenen, goldgelben Uredosporenhäufchen ganz bedeckt. Die Teleutosporen entwickeln sich in den Epidermiszellen und bilden hier weit ausgedehnte, blasse Lager.

1) Zbl. f. Bakteriologie, Parasitenkde. u. Infektionskr. 2. Abtlg. Bd. XIII (1904), 222; XV (1906) 232. — 2) Lehn: Ztschr. f. F. u. Jw. 1886, 231. — Forstw. Zbl. 1887, 320. — 3) Hoffmann: Allg. F. u. J. Ztg. 1868, 211. — Koch: Ztschr. f. F. u. Jw. 1891, 263. — Weise: Münd. forstl. H. I. 1892, 1. — Heck, R.: Der Weißtannenkrebs. Berlin 1894; Forstw. Zbl. 1903, 455. — Fischer, Ed.: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1901, 192; 1902, 97; Forstw. Zbl. 1902, 232; Ztschr. f. Pflanzenkr. 1901, 321; 1902, 193.

Die Infektion der Tanne durch die Basidiosporen erfolgt nach den Untersuchungen Ed. Fischers an den jüngsten, eben aus der Knospe tretenden Trieben und nicht, wie man früher annahm, an Wundstellen. Unter dem Einflusse des perennierenden und die kambiale Tätigkeit außerordentlich anregenden Myzels schwillt die Basis des infizierten Triebes zu einer alljährlich sich vergrößernden Knolle an, während die an dieser angelegten Knospen zu Hexenbesen sich entwickeln.



Abb. 59. Tannenast mit abgestorbenem Hexenbesen von Aecidium elatinum Alb. et Schw. An der Basis des Hexenbesens ist der Tragast verdickt (phot. von F. Reger).

Diese Hexenbesen (Abb. 59 und 60) unterscheiden sich von den normalen Zweigen, aus denen sie sich mehr oder weniger senkrecht erheben (Abb. 59), durch reiche, buschförmige Verzweigung, sowie durch kleine, dicke, gelblich grüne, ringsum stehende Nadeln, welche nur eine Vegetationsperiode überdauern. Im Juni oder Juli brechen an der Unterseite der Hexenbesennadeln die becherförmigen, hellziegelroten oder orangefarbigen Äcidien des Pilzes hervor.

Die Hexenbesen erreichen bisweilen eine beträchtliche Größe, werden aber im allgemeinen nicht über 20 Jahre alt.

Nach dem Absterben des Hexenbesens vergrößert sich die basale Zweiganschwellung oftmals selbständig weiter und nimmt besonders dann ansehnliche Dimensionen an, wenn das Myzel des Pilzes durch Infektion der Gipfelknospe oder durch Einwachsen eines dem Schaft nahegerückten Hexenbesens in den Stamm gelangt (Abb. 60). Man bezeichnet solche anatomisch durch abnorm verbreiterte Jahresringe, unregelmäßigen Verlauf der Holzfasern und durch Auftreten von Harzkanälen charakterisierten Hypertrophien als Krebse oder Krebsbeulen.

Äußerlich erscheint der Krebs als einseitige, oft auch die ganze Achse umfassende spindelförmige Auftreibung mit tiefrissiger, dunkelgefärbter Rinde. Zuletzt löst sich die Rinde ab und legt den Holzkörper stellenweise bloß (Abb. 61).

Nach dem Orte ihres Auftretens unterscheidet man Schaft- und Astkrebse. Beide kommen sowohl an jungen Tannen, wie auch am Stamm bzw. in den Kronen der ältesten Bäume vor. Während die Astkrebse nur selten die Größe eines Kopfes erreichen, handelt es sich bei den Schaftkrebsen oft um sehr große, den Nutzholzwert der befallenen Stämme wesentlich herabmindernde Krebsbeulen.

Der durch den Krebs angerichtete Schaden ist ein direkter und indirekter.

Die direkten Nachteile bestehen in Zuwachsverlust und Nutzholzeinbuße.

Durch die in den Stamm meist im unteren Sechstel bis Drittel der Scheitelhöhe einwachsenden Schaftkrebse wird die Brauchbarkeit des wertvollsten Stammabschnittes natürlich stark herabgedrückt. Der entstehende Wertverlust fällt um so mehr in die Wagschale, weil hauptsächlich das stärkere Material geschädigt wird. Bei den Untersuchungen Hecks (a. a. O. 115) ergab sich, daß in allen Altersstufen, sowohl im Nebenbestande, ganz besonders aber



Abb. 60. Schaftkrebs (*a*) der Tanne, durch **Aecidium elatinum Alb. et Schw.** verursacht, mit älterem abgestorbenem Hexenbesen (1/5).

im Haubarkeitsbestande, die Krebsstämme im Durchschnitt erheblich stärker waren als die Mittelstämme des Gesamtbestandes bzw. der gesunden Tannen allein.

Die indirekten Schäden bestehen in Erhöhung der Sturm-, Schnee- und Eisbruchgefahr, sowie in größerer Disposition der Krebstannen zu Insektenfraß und Verpilzung.

In der Praxis unterscheidet man, je nach der Beschaffenheit des Holzes an der Krebsstelle, zwischen gesundem und krankem Krebse. Außer der oben erwähnten Strukturveränderung des Holzkörpers findet in den Krebsen keine Veränderung, namentlich keine chemische, mit Zersetzung der Holzsubstanz verbundene statt, so lange nur das Myzel des Krebspilzes in Rinde und Holz wuchert. Der Holzkörper des Krebses bleibt in diesem Falle gesund und wächst fortwährend zu. Das Krebsholz ist zwar weniger fest als das nicht krebsige, aber schwerer als dieses; es ist auch härter, aber weniger spaltbar und nimmt auch nur halb so viel Wasser auf.

Es kommt nun aber häufig vor, daß andere Pilze in den Krebsbeulen sich ansiedeln. Man spricht dann von kranken Krebsen, da mit dem Auftreten dieser Pilze Holzfäulnis und damit eine Minderung der Widerstandsfähigkeit der betreffenden Bäume verbunden zu sein pflegt. Derartige Krebsstämme liefern oft nur Brennholz.

Die in den Tannenkrebsen häufig auftretenden Pilze sind Polyporus Hartigii Allesch. (S. 237) und Agaricus adiposus Fr.[1])

P. Hartigii erzeugt eine Weißfäule, P. adiposus hingegen eine Gelbfäule. Jener scheint im Schwarzwalde vorzuherrschen, während dieser im bayrischen Walde häufiger vorkommt. Das ursprünglich weiße Tannenholz nimmt beim Befall durch A. adiposus einen gelben bis honiggelben Ton (wie die Farbe des Fruchtträgers) an; einzelne Partien werden fast gelbbraun. Die Pilzfäden wuchern im Holze nach allen Richtungen in dichten, weißen Strängen fort und folgen gern den Jahresringen, sodaß sich das Holz vielfach ringweise abschälen läßt.



Abb. 61. Alte Krebsbeule am Schaft einer starken Tanne, durch Aecidium elatinum Alb. et Schw. verursacht (1/10, Orig. G. K.).

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz tritt in Tannenwaldungen sowohl in reinen als in gemischten Beständen überall auf; er ist namentlich im Schwarzwalde[2]) sehr verbreitet. Von anderen Tannenarten werden Abies Pichta Forb., balsamea Mill. Nordmanniana Spach., cephalonica Link. und pinsapo Boiss. befallen.

Man trifft krebsige Stämme („Rädertannen") auf allen Böden und in allen Lagen an; auf Sandboden und in höheren Lagen scheint die Kalamität aber weniger aufzutreten als auf Lehmboden und in tieferen Lagen. In älteren Beständen ist der Schaden größer als in jüngeren, in reinen Hochwaldungen größer als in gemischten Beständen. Nach Weise (a. a. O.) sind Rand- und vorwüchsige Bäume der Infektionsgefahr besonders ausgesetzt. Andere Beobachtungen zeigen, daß der Krebs ohne jede Regel teils an einzeln stehenden Bäumen, teils mehr horstweise, oftmals auch an der Mehrzahl der Bäume ganzer Bestände auftritt.

Eingehende Untersuchungen über das Auftreten des Krebses in verschiedenen Altersklassen nach Stammzahlen, Verteilung der Krebsstämme nach ihrer Stärkenentwickelung auf den Gesamtbestand, Anteil derselben am Haubarkeitsbestande usw. sind namentlich im Schwarzwalde gemacht und in Tabellenform zusammengestellt worden. Wir entnehmen dem Heckschen Werke nach diesen Richtungen hin folgende Zahlen:

Unter rund 16000 aufgenommenen Stämmen von 38 württembergischen Versuchsflächen hatten Krebsstellen:

der Stammzahl nach . . . . . . 4—5 %,
der Kreisflächensumme (Masse) nach . 8—9 %.

Die Krebsstämme gehörten sowohl beim Gesamt- wie beim Nebenbestande zu den stärksten Stämmen, insbesondere in den jüngeren Stangenhölzern.

Von 100jährigen und älteren Tannen hatten Krebsstellen:

der Stammzahl nach . . . . . . 12 %,
der Kreisflächensumme (Masse) nach . 14 %.

---

1) v. Tubeuf, K.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1890, 282. — 2) Gerwig, Frdr.: D. Weißtanne im Schwarzwalde. Berlin 1868, 43ff. — Forstw. Zbl. 1885, 155.

Zum Haubarkeitsbestande (etwa 600 Stämme auf 1 ha) gehörten 71—86 % der Krebsstämme und vom Haubarkeitsbestande waren etwa 5,8—6,5 % krebsig, d. h. etwa 35—40 Stämme auf 1 ha.

Nach den Beantwortungen einer von Kirchner-Hohenheim im Jahre 1880 bei einer größeren Anzahl württembergischer Forstämter vorgenommenen Umfrage steigt das Erkrankungsprozent auf einzelnen Revieren bis 25, nach Beobachtungen von Schweickhardt[1]) sogar bis 60 und 70.

C. Bekämpfung.[2])

1. Fortgesetzter Aushieb der mit Schaftkrebsen behafteten Stämme schon von den ersten Durchforstungen an.

Selbst dominierende Krebstannen müssen, namentlich in jüngeren Beständen, zum Hiebe gebracht werden, wenn es ohne zu weitgehende Durchlöcherung möglich ist. Bestände mit vielen Krebsstämmen sind zeitiger zu verjüngen als es sonst geschehen würde.

Der Plenterbetrieb erleichtert die Durchführung des im allmählichen Aushieb der Schaftkrebstannen gegebenen einzigen wirksamen Schutzmittels gegen größere Wertsverluste.

2. Ausschneiden aller erreichbaren Hexenbesen und zwar möglichst vor dem Ende Mai bis in den Juli hin erfolgenden Ausstäuben der Sporen.

Die Arbeit ist nicht so kostspielig, als man anzunehmen geneigt ist. Im Revier Adelberg (Württemberg) wurden 1895 durch Waldarbeiter 2610 Hexenbesen für den Betrag von nicht ganz 40 Mk. ausgeschnitten; für 1—3jährige Hexenbesen wurden 1 Pf., für ältere 2 Pf. für das Stück bezahlt.

3. Absägen der Äste mit nahe am Stamm sitzenden Astkrebsen, um deren Einwachsen zu verhindern.

4. Ausrottung der Zwischenwirte (Stellaria, Cerastium usw.).

Die von Fischer empfohlene Maßregel ist im Großbetriebe praktisch undurchführbar. Sie auf Pflanzkämpe, Verjüngungen usw. zu beschränken, ist ziemlich wertlos. In den Kronen älterer Bäume treten Hexenbesen meist viel häufiger auf als an jungen Pflanzen. Daraus geht hervor, daß die Infektionsgefahr nicht mit geringer Höhe der Pflanzen zusammenhängt.

31. Pucciniastrum Goeppertianum Kleb. = Calyptospora Goeppertiana Kühn.

Äcidienform: **Aecidium columnare Alb. et Schw.**

Weißtannensäulenrost.[3])

In den Monaten Juli und August treten an der Unterseite von Nadeln der Tanne zu beiden Seiten der Mittelrippe, in Längsreihen angeordnet, lange, säulenförmige, von einer gelblichen Pseudoperidie eingehüllte Äcidien auf.

Im Generationswechsel mit dem diese Äcidien erzeugenden Pilz steht Calyptospora Goeppertiana Kühn auf Preißelbeerkraut. Das mit diesem Pilze behaftete Kraut fällt äußerlich durch abnormes Längenwachstum und — abgesehen vom obersten Ende — durch einen verdickten, schwammigen Stengel auf, der anfangs weiß bzw. hellrot ist, später aber eine rostbraune Färbung annimmt.

Der Pilz veranlaßt Absterben und Abfallen der Tannennadeln; seine Verbreitung ist aber eine beschränkte und sein Schaden belanglos.

Bekämpfung: Ausreißen und Vernichten der erkrankten Preißelbeerpflanzen (in Tannenverjüngungen).

Ganz ähnliche Äcidien werden auf Tannennadeln durch Pucciniastrum Abieti-Chamaenerii Kleb. hervorgerufen. Uredo- und Teleutosporenwirt: Epilobium-Arten.

Erwähnung verdient auch noch Pucciniastrum Padi (Kunze et Schm.) Diet.,

1) Verhdlgn. d. Badischen Forstvereins. 31. Vers. 1882, 42. — 2) Heck: Forstl.-naturw. Ztschr. 1898, 344. — 3) Hartig, R.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 289.

dessen Uredo- und Teleutosporengeneration sich auf den Blättern von Prunus Padus entwickelt, während die Äcidien in Fichtenzapfen von dem unter dem Namen **Aecidium strobilinum** (Alb. et Schw.) **Reeß** bekannten Pilze gebildet werden.[1])

Die Äcidien sitzen als halbkugelige, von einer derben, verholzenden Pseudoperidie umschlossene braune Gebilde dicht gedrängt vorzugsweise auf der Innenseite der Zapfenschuppen (Abb. 62). Die bereits im jugendlichen Zustande infizierten Zapfen verraten sich, nachdem sie im Herbst abgefallen sind, dadurch, daß ihre Schuppen auch bei feuchtem Wetter sperrig auseinander stehen.



Abb. 62. Aecidium strobilinum (Alb. et Schw.) Reeß. *a* Mit Äcidien reich besetzter Fichtenzapfen (1/2), *b* Äcidienhaufen auf der Innenseite einer Zapfenschuppe (1/1).

32. Gattung Coleosporium.

Äcidienform: Peridermium Pini Willd. f. acicola (alte Bezeichnung). Kiefernnadelblasenrost.

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

In den Monaten April und Mai zeigen sich auf den ein- und zweijährigen Nadeln junger Kiefern kleine orangegelbe Blasen, oft mehrere in einer Reihe, entweder nur einseitig oder auf beiden Seiten der Nadel. Es sind die Äcidien (Peridermien) einer ganzen Anzahl spezialisierter Arten der Rostpilzgattung Coleosporium. Bei der Reife reißt die Pseudoperidie der Blasen unregelmäßig auf und gibt die Sporen frei (Abb. 63, bei a).

Die befallenen Nadeln sterben nur bei massenhaftem Auftreten von Peridermien ab. Bei gewöhnlichem Befall bleiben sie gesund und können, da das in ihrem Innern lebende Myzel bis zum normalen Abfall der Nadel perenniert, später nochmals Peridermien erzeugen. Nach dem Verstäuben der Äcidiosporen markieren sich die ehemaligen Anheftungsstellen der Peridermien nur durch schwärzliche Flecken mit lichterem Rande.

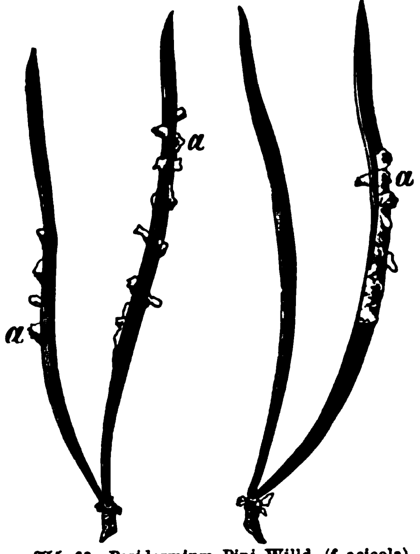


Abb. 63. Peridermium Pini Willd. (f. acicola) auf Kiefernnadeln (1/1). *a* Aufgeplatzte Äcidien.

Der Kiefernadelblasenrost steht im Generationswechsel mit sehr verschiedenen Nährpflanzen, auf deren Blättern und Stengeln das aus den Äcidiosporen hervorgehende Myzel die Uredo- und Teleutosporen erzeugt. Wissenschaftlich interessant, wenn auch praktisch bedeutungslos, ist die ausgeprägte Anpassung der äußerlich nicht unterscheidbaren Peridermienrassen an ganz bestimmte Spezies von Nährpflanzen.

Nach den zeitherigen Feststellungen treten Coleosporium-Arten, die mit den verschiedenen Rassen des Kiefernnadelblasen-

---

1) v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1905, 44. — Klebahn: Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1907, 150.

rostes in Zusammenhang stehen, auf Senecio, Sonchus, Inula, Tussilago, Petasites, Adenostyles, Campanula, Euphrasia, Alectorolophus usw. auf. Man unterscheidet nach den Nährpflanzen z. B. Coleosporium Senecionis (Pers.) auf Senecio vulgaris und silvaticus, dazu gehörig: Peridermium oblongisporium Kleb. oder Coleosp. Euphrasiae (Schum.) Wint. auf Euphrasia officinalis und Alectorolophus major und minor, dazu gehörig: Peridermium Stahlii Kleb. usw.

B. Vorkommen, Verbreitung und Bekämpfung.

Man findet den Pilz an der gemeinen und der Bergkiefer bis zu etwa 30jährigem Alter, jedoch vorzugsweise auf 3—10jährigen Pflanzen, fast überall, und zwar nie an den eben sich entwickelnden neuen Nadeln, sondern immer nur an älteren. Er ist sehr verbreitet, in forstlicher Beziehung aber von weitaus geringerer Bedeutung als der Rindenrost (s. 33).

Ludwig[1]) beobachtete das Absterben der Nadeln infolge dieses Rostpilzes im Mai 1879 in 5—7jährigen Kiefernkulturen der Umgebung von Eulenberg (Mähren) in großer Ausdehnung. Die betreffenden Schonungen, durch Reihenpflanzung begründet, stockten auf Tonschiefer in etwa 550 m Meereshöhe an nördlichen und östlichen Hängen. In den tieferen Lagen (bis 400 m) trat der Nadelrost nur vereinzelt auf; an den nach Osten zu exponierten Kulturen zeigte sich die Kalamität am frühesten und ausgedehntesten.

Bekämpfung: Weder durchführbar, noch nötig.

33. Gattung Cronartium.

Äcidienform **Peridermium Pini Willd. f. corticola** (alte Bezeichnung).
Kiefernrindenblasenrost.[2])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Die durch die Äcidiengeneration dieses Rostpilzes verursachte Krankheit der Kiefern heißt: Kienzopf, Kiefernräude, Kiefernkrebs oder Brand.

Man erkennt die Anwesenheit des Pilzes äußerlich an unregelmäßig länglichen, etwas zusammengedrückten, anfangs leuchtend orangeroten, später verblassenden und schließlich schmutzig weiß aussehenden, bis 15 mm langen Blasen, die von Mitte Mai an bis in den Juli hinein an Zweigen, Ästen, und zwar namentlich an den Quirlstellen, zuweilen auch am Schafte der Kiefern aus der Rinde hervorbrechen, schließlich — meist bis Ende Juni — aufplatzen und ihren aus zahllosen rotgelben bis weißlichen Sporen bestehenden Inhalt freigeben (Abb. 64). Die entleerten Hüllen erscheinen weiß. Weitere, aber nur wenig auffällige Anzeichen, welche die Erkrankung auch nach dem Verstäuben der Sporen erkennen lassen, sind geringe Anschwellungen der erkrankten Partie und schorfartige Narben an den Ansatzstellen der verschwundenen Äcidien.

Die an das Vorhandensein von Wunden gebundene Infektion erfolgt nur an den jungen, noch benadelten Trieben. Im zweiten oder dritten Jahre nach der

---

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1879, 453. — 2) Wolff, Reinh.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1878, 75. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1889, 280; 1896, 334. — Klebahn: Forstl.-naturw. Ztschr. 1897, 465. — Laubert: Deutsch. landw. Presse 1910, 37; 1911, 983. — Haack: Ztschr. f. F. u. Jw. 1914, 3.

Infektion erscheinen an den 2—4= bzw. 2—6jährigen Zweigspitzen die Äcidien, nachdem schon von Mitte April an Harzausscheidungen in Form kristallheller Tröpfchen stattgefunden haben. Werden nahe am Schaft sitzende Seitenzweige infiziert, so wird es dem Myzel möglich, in den Hauptstamm einzudringen. Die hier entstehenden und allmählich sich vergrößernden räudigen Erkrankungsstellen sind somit nicht primärer Natur, sondern auf das Überwachsen des Pilzes von Seitenästen aus auch dann zurückzuführen, wenn diese Äste längst verschwunden sind.

Die farblosen, septierten Hyphen des Pilzes wuchern interzellular zwischen den Parenchymzellen der Rinde, des Bastes und der Markstrahlen und senden kleine Haustorien in das Innere der Zellen. Durch Vermittelung der Markstrahlen dringt das in der Rinde am üppigsten sich entwickelnde Myzel auch in den Holzkörper ein, und zwar bei Schaftkrebsen und stärkeren Stämmen oft bis zu Handtiefe.

Abb. 64. Kiefernzweige mit Äcidien des Kiefernrindenblasenrostes (1/1).

Bei Berührung der Pilzfäden mit dem Stärkemehl der Zellen wird letzteres in Terpentin umgewandelt. Dieser tritt tropfenweise an der Innenwand auf und durchtränkt die Zellwandungen; infolgedessen tritt eine förmliche „Verkienung" der ergriffenen Baumteile ein. Hierin beruht die Schädlichkeit des Pilzes. Die befallenen Stellen erschweren die Wasserleitung oder machen sie ganz unmöglich. Alljährlich breitet sich das namentlich in der Richtung der Holzfaser schneller vordringende Myzel mehr und mehr aus, sodaß die mit Harz durchtränkte Erkrankungsstelle immer größer wird.

Da die Bildungsstoffe demzufolge mehr und mehr auf die noch gesunde Seite der erkrankten Teile gedrängt werden, so nimmt der Stamm bei Schaftkrebsen leicht exzentrische Wuchsform an (Abb. 65). Wo mehrere Krebsstellen in gleicher Höhe auf=

treten, zeigen sich oft eigentümliche Ein- und Ausbuchtungen. Wenn die Krebsstellen wechselweise und — was nicht selten der Fall ist — in Spindelform auftreten, so wird der Baum an den betreffenden Stellen geradezu unförmig und erscheint wie gedreht. Verläuft die Infektionsstelle nahezu ringsum, so stirbt der darüber liegende Teil an schwachen Achsen oft schon binnen Jahresfrist ab. An stärkeren Zweigen und Schäften vergehen andererseits bisweilen Jahrzehnte bis zum Trockenwerden bzw. Absterben des Gipfels. Man nennt diese Erscheinung den „Kienzopf" oder „Kiengipfel.[1]) Das Übel wird durch trockenheiße Sommer begünstigt. Bei trockener Witterung sterben die über den Krebsstellen gelegenen Baumteile naturgemäß leichter ab, weil sie zu energischer Verdunstung angeregt werden, ohne daß ihnen genügend Wasser zum Ersatz des verlorenen zugeführt werden kann.



Abb. 65.
Querschnitt durch den Stamm einer von Peridermium Pini (Willd.) f. corticola befallenen Kiefer, mit einseitigem Dickenwachstum. Das Holz ist vollständig mit Harz durchtränkt und durchscheinend (1/4, phot. von F. Reger).

Wie bei dem Blasenrost der Kiefernnadeln gehören auch bei dem Rindenblasenrost die Peridermien, trotzdem sie morphologisch nicht unterschieden werden können, nicht nur einer, sondern mehreren Arten an. Die weitaus häufigste derselben ist Peridermium Pini (Willd.) Kleb. Welche Pflanze für diesen Rindenblasenrost als Zwischenwirt, also als Träger der Uredo- und Teleutosporengeneration, in Frage kommt, ist trotz zahlreicher Infektionsversuche noch unbekannt.

Neuerdings haben die von Müller eingeleiteten und von Haack fortgesetzten Beobachtungen und Infektionsversuche mit Peridermium Pini die schon von Eriksson[2]) geäußerte Vermutung bestätigt, daß der Erzeuger des Kienzopfes eines Zwischenwirtes gar nicht bedarf, sondern daß die Äcidiosporen direkt auf der Kiefer zu keimen vermögen. Die Übertragung des Rindenblasenrostes scheint mithin im wesentlichen von Stamm zu Stamm zu erfolgen.

Für das seltenere, äußerlich sehr ähnliche Peridermium Cornui Rostr. et Kleb. sind mehrere, sogar den verschiedensten Familien angehörende Nährpflanzen als Uredowirte festgestellt worden. Es sind Cynanchum Vincetoxicum, Paeonia officinalis und tenuifolia, Impatiens Balsamina, Pedicularis silvatica und andere, teilweise erst eingeführte Pflanzen. Vermutlich sind alle zu dem somit pleophagen P. Cornui gehörigen Cronartien mit dem auf der Schwalbenwurz (Cynanchum Vincetoxicum) vorkommenden Cronartium asclepiadeum (Willd.) zu identifizieren.

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1866, 423. Heß spricht hier die richtige Vermutung aus, „daß der fragliche Pilz Veranlassung der sogenannten Kiengipfelbildung sein könne". — 2) Zbl. f. Bakteriologie, Parasitenkde. u. Infektionskrankh. 1896. II. Bd. 377.

Die auf Cynanchum und den anderen Zwischenwirten infolge Infektion durch Äcidiosporen von Peridermium Cornui sich bildenden Uredolager sind kleine, halbkugelige Blasen, deren Pseudoperidie am Scheitel aufreißt, um die auf kurzen Stielchen sitzenden Sporen zu entlassen. Höchst charakteristisch sind die Teleutosporen des Pilzes. Sie sind einzellig und bleiben, nachdem sie in größerer Anzahl hintereinander von den gleichen Sterigmen abgeschnürt worden sind, in langen, zylindrischen Ranken vereinigt, die als säulen- oder fadenförmige Gebilde frei aus der Blattfläche hervortreten. Den Basidiosporen dieser Teleutosporen fällt die Aufgabe zu, durch Infektion geeigneter Rindenteile an Kiefern die Äcidiengeneration zu erzeugen und damit den Generationszyklus des Pilzes zu schließen.

Da, wie schon oben erwähnt wurde, das Myzel perenniert, findet an den Krebsstellen stärkerer Achsen nicht nur einmalige, sondern wiederholte Äcidienbildung statt. Die Äcidien brechen in den späteren Jahren dann stets auf den im Laufe des letzten Jahres vom Myzel des Pilzes neu in Besitz genommenen, noch lebenden Rindenpartien, nicht auf der bereits abgestorbenen Zone, hervor. Es kommt weiterhin vielfach vor, daß an Kiefern mit älteren räudigen Stammstellen (Abb. 66) an jüngeren Zweigen neue Krebsstellen auftreten oder daß nicht nur an einer Stelle, sondern gleichzeitig an unter Umständen sehr zahlreichen Zweigen und Trieben Äcidien erscheinen. Die Richtigkeit der naheliegenden Annahme eines zwischen den verschiedenen Fruchtstellen bestehenden Zusammenhanges wird durch die Beobachtung unwahrscheinlich gemacht, daß zunächst immer nur die jungen Triebe befallen werden und der Pilz zuweilen von hier aus in ältere Teile vorwächst. Im wesentlichen scheint jede neue Krebsstelle eine lokale Erkrankung und mit einer Neuinfektion in Zusammenhang zu bringen zu sein.

Abb. 66. Alte Krebsstelle von Peridermium Pini (Willd.) f. acicola aus dem Gipfel einer starken Kiefer. Die durch Harzerguß an der Erkrankungsstelle abgesprengte Rinde ist zum Teil abgefallen, das Holz stark mit Harz durchtränkt und der über der räudigen Stammstelle gelegene Gipfel abgestorben (1/3, Orig. G. K.).

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Rindenblasenrost befällt die Kiefer vom Dickungsalter an und tritt um so häufiger auf, je älter die Kiefer wird. Der von Klebahn[1]) berichtete Fall, daß bereits 4—5jährige Pflanzen in erheblichem Maße vom Rindenrost befallen und geschädigt wurden, bedeutet eine Ausnahmeerscheinung.

Die Verbreitung des Pilzes ist, wie schon angedeutet wurde, an das Vorkommen von Rindenbeschädigungen gebunden oder wird durch solche wenigstens begünstigt. Welcher Art diese Rindenbeschädigungen sind, dürfte belanglos sein. Wiederholt ist der Pilz in Mischbeständen aus Kiefer mit unterständigen Buchen und Hornbäumen an solchen Sellen beobachtet worden, an welchen die Äste der Buchen bei Wind die Rinde der Kiefern durch Reibung abge-

1) Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904, 372.

scheuert hatten.[1]) Andererseits lassen das ungleiche Auftreten des Rindenrostes auf verschiedenen Standorten, sowie das oben erwähnte Entstehen neuer Krebsstellen an schon länger erkrankten Bäumen vermuten, daß die Widerstandsfähigkeit der Kiefern gegen den Rindenblasenrost auch von einer gewissen physiologischen Disposition bedingt wird und daß manche Bäume für die Krankheit besonders empfänglich sind.[2])

Folgen der nach dem Abstäuben der Äcidiosporen dunkelfarbig erscheinenden, abgestorbenen und durch Harzaustritt aufgetriebenen Krebsstellen sind Absterben junger Triebe oder Vertrocknen von Ästen und Zweigen, vielfach auch der Gipfelpartien in der Krone älterer Kiefern.

Der Schaden wächst naturgemäß mit dem Befallprozent und steigert sich in jüngeren Beständen in dem Maße, wie die Krebse unterhalb der Krone auftreten. Massenhaftes Vorkommen des Kienzopfes bedingt in den norddeutschen Kiefernrevieren[3]) hier und da frühzeitige Durchlöcherung der Bestände. Es gibt Orte, in denen 30—40% der Stämme krebskrank sind. Oft überraschend schnell eintretendes Trockenwerden der kranken Stangen steigert den Anfall an Trocknis dann bisweilen in erheblichem Maße.

Oberförster Rockstroh[4]) teilte z. B. 1903 mit, daß im Revier Bunzlau in einem 70jährigen Kiefernstangenholze 65% der entnommenen Masse durch den Rindenblasenrost veranlaßt worden sei.

C. Bekämpfung.

Soweit es die waldbaulichen Rücksichten gestatten, Aushieb bzw. Aufastung der befallenen Stämme. In erster Linie ist die Entnahme der mit Schaftkrebsen behafteten Kienzopfkiefern ins Auge zu fassen.

Um dem Einnisten und der Weiterausbreitung der zunächst vielfach ziemlich belanglosen Krankheit vorzubeugen, sind namentlich bei den ersten Durchforstungen im Dickungs- und Stangenholzalter möglichst alle krebskranken Individuen rücksichtslos herauszuhauen.

Die erfolgreiche Durchführung dieses Unternehmens setzt voraus, daß die Kiefernjungorte zur Zeit der Äcidienreife, im Juni-Juli, durchgegangen und die Kronen auf Vorkommen von Fruchtstellen und auf Auftreten absterbender und rotwerdender Triebe genau untersucht werden. Nach dem Verstäuben der Sporen ist die Feststellung der kranken Kiefern weniger leicht möglich.

Anmerkungsweise sei erwähnt, daß 1887 auf Ottendorfer Revier (Sächs. Schweiz) die Anfang Juni mit dem Aushieb stark befallener Kiefernstangen beschäftigten Arbeiter infolge Einatmens der beim Fällen der Äcidien tragenden Stangen in großen Mengen abstäubenden Sporen (vorübergehend) halskrank wurden.

34. Cronartium ribicolum Dietr.

Äcidienform: Peridermium Strobi Kleb.

Weymouthskiefernblasenrost.[5])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Der Blasen- bzw. Rindenrost der Weymouthskiefer gleicht äußerlich vollkommen dem Rindenrost der gemeinen Kiefer (s. vorstehend). Er befällt wie dieser Schäfte

1) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1884, 342. — Walther: Forstw. Zbl. 1886, 538. — 2) Laubert: Deutsch. landw. Presse 1910, 37. — Klebahn: Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1912, 321. — 3) v. Bassewitz: Ztschr. f. F. u. Jw. 1905, 436. — 4) Jahrb. d. Schles. Forstvereins 1903, 89. — 5) v. Tubeuf: Mittlgn. d. deutsch. Forstvereins 1902, 3. — Ders.:

und Zweige und veranlaßt, namentlich an den Astquirlen, beträchtliche langgestreckte Anschwellungen. Auf diesen brechen später große, hellgelbe Blasen hervor, die nach dem Aufplatzen dunkelgelbe Sporen entsenden. Das Myzel wuchert jahrelang in der Rinde und bildet alljährlich neue Äcidien.

Seine Uredo- und Teleutosporen entwickelt der Pilz als Cronartium ribicolum Dietr. auf den Blättern von Ribes-Sträuchern, deren verschiedene Arten für die Infektion durch die Äcidiosporen in sehr ungleichem Maße empfänglich sind.[1]) Die Uredosporenlager erscheinen in Gestalt gelblicher Häufchen Anfang Juni auf der Unterseite der Blätter, besonders auf Ribes sanguineum, nigrum und aureum. Die später entwickelten Teleutosporen sind gelbbraun und in der beim Rindenrost der gemeinen Kiefer erwähnten bezeichnenden Weise in ranken- und säulenförmigen Gebilden vereinigt.

Die Krankheit ist für die Weymouthskiefer sehr verhängnisvoll. Die Schaftteile und Äste oberhalb der verdickten Partie sterben in der Regel ab. Unter Umständen gehen die befallenen Individuen ganz zugrunde, namentlich dann, wenn es sich um junge Pflanzen handelt.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz kommt in erster Linie an Weymouthskiefern vor, ist aber auch an anderen Kiefern der Strobus-Gruppe, z. B. an Pinus monticola, sowie an der Arve[2]) beobachtet worden. Er ist in ganz Deutschland, in England, Frankreich, in den Aufforstungen Belgiens, in der Schweiz usw. verbreitet und ist von Europa aus auch in Amerika eingeschleppt worden.

Praktisch wichtig wird der Weymouthskiefernblasenrost durch epidemisches Auftreten in Kulturen und Pflanzgärten. Er befällt hier schon die ganz jugendlichen Pflanzen, zeigt sich aber erst an den vier- und mehrjährigen. Die erkrankten Individuen gehen, da die Krebsstelle vorwiegend am Schaft auftritt, unwiderruflich ein. Ältere Bäume werden hauptsächlich an Ästen und in den jüngeren Kronenteilen befallen, erliegen dem Pilz aber vielfach auch.

Im Bürgerpark bei Bremen wurden (nach Klebahn) gegen Ende der 1880er Jahre fast 80 % der dortigen Weymouthskiefern von diesem Pilze befallen und hierdurch stark beschädigt. Auch in anderen Gegenden von Norddeutschland und in Süddeutschland (Bayern, Baden usw.) ist der Pilz mehrfach gefunden worden. Über sein schädliches Auftreten in Dänemark hat Rostrup berichtet usw.

C. Bekämpfung.

1. Vorsicht beim Ankaufe von Weymouthskiefernpflanzen und genaue Prüfung ihres Gesundheitszustandes, bevor man sie auspflanzt.

Der größeren Sicherheit wegen empfiehlt sich Selbsterziehung des notwendigen Pflanzenmateriales.

2. Sofortige Entfernung und Vernichtung (Verbrennen) rostkranker Pflanzen aus Forstgärten, Kulturen und Verjüngungen.

Die Krankheit kann schon vor der Äcidienbildung im Herbst und Winter an den Anschwellungen der Triebe erkannt werden.

Flugbl. Nr. 5 d. Biol. Abtlg. f. L. u. Fw. am Kais. Gesundheitsamt. — Hennings: Ztschr. f. Pflanzenkr. 1902, 129.

1) Ders.: a. a. O. — Neger: Annales Mycologici 1906, 280. — Ders.: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1908, 605. — 2) Schellenberg: das. 1904, 233.

3. Aushieb bzw. Aufastung der pilzkranken Stangen bei den Durchforstungen.

4. Entfernung der Ribes-Sträucher aus der Nähe von Weymouthskieferkulturen, Pflanzgärten usw. Die Entfernung wird besonders dann nötig, wenn erkrankte Weymouthskiefern oder Ribes-Sträucher mit Cronartium-Befall gefunden worden sind.

5. Im einzelnen Falle lassen sich ältere wertvolle Weymouthskiefern durch Ausschneiden der Krebsstellen und Auflegen von Schutzpflastern (kaltflüssiges Baumwachs) vor dem Eingehen bewahren.[1])

35. Chrysomyxa Rhododendri de Bary.

Äcidienform: **Aecidium abietinum Alb. et Schw.**

Fichtenblasenrost.[2])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Die Nadeln der letztjährigen Triebe der Fichte bekommen im Hochsommer ein blaßrötlich-gelbes Aussehen. Ende Juli oder im August brechen aus ihnen hellziegelrot gefärbte Äcidien in Gestalt walzenförmiger oder plattgedrückter Röhren mit langer, weißer Pseudoperidie hervor und entlassen, an der Spitze aufplatzend, ihre orangegelben Sporen. Die erkrankten Nadeln sterben im Laufe des Jahres und fallen ab, was Schwächung, im extremen Falle Eingehen junger Pflanzen zur Folge haben kann.

Die zugehörige Teleutosporenform, der Alpenrosenrost (Chrysomyxa Rhododendri de Bary), findet sich auf der unteren Seite der vorjährigen Blätter der Alpenrosen (Rhododendron ferrugineum L. und R. hirsutum L.).

Wo die Alpenrosen fehlen, in Norddeutschland, Skandinavien, Finnland usw. tritt der Kienporst (Ledum palustre L.) als Träger der Winterform (Chrysomyxa ledi Alb. et Schw.) an ihre Stelle.

B. Vorkommen, Verbreitung und Bekämpfung.

Der Pilz befällt die Fichte in allen Altersklassen und zwar bisweilen so stark, daß der ganze Bestand ein rotgelbes Kolorit annimmt. Er ist hauptsächlich in den Alpen verbreitet und begleitet die Fichte bis zur obersten Grenze ihres Vorkommens.

Im Frühjahr 1876 zeigte sich der Fichtenblasenrost bei Pernegg und in einer Einsattelung der Lantschgruppe in 3000 Wiener Fuß Höhe so massenhaft, daß die Stämme staubten wie die Föhren zur Blütezeit.

Bekämpfung: Gegenmittel gibt es nicht.

Die von Stiny[3]) in Anregung gebrachte Ausrottung der Alpenrosen auf den Weideplätzen, wo sie den Graswuchs beeinträchtigen, dürfte praktisch kaum durchführbar und aus Schönheitsgründen auch nicht erwünscht sein.

36. Chrysomyxa Abietis (Wallr.) Ung.

Fichtennadelrost.[4])

Die durch diesen autözischen Rostpilz verursachte Krankheit ist den Forstwirten unter dem Namen: Gelbfleckigkeit (Gelbsucht) der Fichtennadeln schon seit den 1830er Jahren bekannt (Abb. 67).

---

1) Büttner, G.: Mittlgn. d. Deutsch. Dendrol. Ges. 1906, 232. — 2) de Bary, A.: Botan. Ztg. 1879, Nr. 48—52. — v. Liebenberg: Zbl. f. d. ges. Fw. 1880, 118. — 3) Österr. F. u. J.-Ztg. 1904, 431. — 4) Röse: Krit. Bl. 50. Bd. 1867. I, 235. — Borggreve: Forstl. Bl. N. F. 1877, 12. — Hartig, R.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1878, 94.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Rostpilzen, die sämtlich ihre Äcidien auf den Blattorganen der Nadelhölzer entwickeln, ist Chr. Abietis durch die in Fichtennadeln vor sich gehende Bildung von Teleutosporenlagern charakterisiert. Es ist der einzige Fall, daß ein Rostpilz seine Dauersporen auf Nadelholz entwickelt.[1])



Abb. 67. Fichtenzweig, durch Chrysomyxa Abietis (Wallr.) Ung. befallen, im Herbst (nat. Gr.).

Ende Mai bis Mitte Juni zeigen sich an den Nadeln der Maitriebe hier und da blaßgelbe Flecken in Form von Gürteln (Abb. 67 u. 68*a* u. *b*). Mit der Zeit werden diese breiter und bekommen eine intensiv gelbe Farbe. Gegen Ende August bemerkt man an der Unterseite der gelbscheckigen Nadeln bräunliche Längsstreifen, welche sich bis zum November rotbraun färben und als schwache Schwielen zu beiden Seiten des Mittelnervs unter der Oberhaut erheben. Es sind die Teleutosporenlager des Fichtennadelrostes. Sie vergrößern sich zu Beginn des Frühjahres durch Anschwellen (Abb. 68*c*), platzen im April oder Anfang Mai und lassen die Sporenlager als sammetartige, orangegelbe Polster zutage treten (Abb. 68*d*).

Nach dem Verstäuben der Sporen (bis Mitte Mai) schrumpfen die Polster zusammen. Später bleichen auch die etwa noch grün gebliebenen Teile der ergriffenen Nadeln und letztere fallen schließlich ab (Juni, Juli).

Der Pilz befällt nur die jungen, niemals die vorjährigen oder noch älteren Nadeln der Fichte, und zwar zunächst an den unteren und mittleren Ästen.

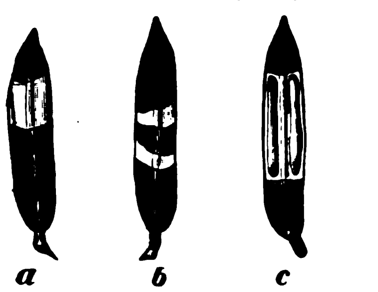


Abb. 68. Durch Chrysomyxa Abietis (Wallr.) Ung. befallene Fichtennadeln in verschiedenen Reifezuständen des Pilzes (etwas vergrößert). *a* und *b* Nadeln mit blaßgelben Gürteln (erste Anfänge der Krankheit). *c* Nadel mit rotbraunen Längsschwielen unterseits (Ende März, Anfang April des zweiten Jahres). *d* Nadel mit reifem, orangegelbem Fruchtpolster (Mai).

Die Altersperiode der größten Empfänglichkeit liegt zwischen dem 10. und 40. Jahr. In dichten, feuchten, dumpfen, 10—20jährigen Dickichten ist der Nadelrost am meisten verbreitet.

Der durch den weit verbreiteten, von Thomas[2]) noch in 1750 m Höhe beobachteten Pilz angerichtete Schaden ist unerheblich. Er besteht lediglich in einer Schmälerung des Zuwachses, da dem Baum ein Teil seiner Nadeln vorzeitig genommen wird. Vollständiges Eingehen der vom Nadelrost befallenen Fichten ist nirgends beobachtet worden.

Bekämpfungsmaßregeln sind deshalb nicht notwendig.

Familie Pucciniaceae.

Teleutosporen mehr oder weniger langgestielt, einzeln oder zu Sporenkörpern vereinigt. Meist auf krautigen Pflanzen. Bei der einzigen forstlich beachtenswerten Gattung Gymnosporangium sind die Teleutosporen in eine Gallertmasse eingebettet.

1) v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 346. — 2) Forstl.-naturw. Ztschr. 1893, 270.

37. Gattung Gymnosporangium.

Die Teleutosporenlager treten im Frühjahr als höcker- oder zapfenförmige Gallertpolster aus Zweigverdickungen von Juniperus-Arten, in denen das Myzel perenniert, hervor. Nachdem die Teleutosporen in der durch Aufquellen ihrer langen Stiele entstandenen Gallerte ausgekeimt sind, zerfließen die Polster mit Hinterlassung kleiner Narben. Die Äcidien bilden sich nur auf den Blättern, Blattstielen und jungen Trieben von Pomaceen und erscheinen hier als nesterweise zusammensitzende zapfenförmige Gebilde, deren derbwandige Pseudoperidie sich bei der Reife gitter- oder pinselartig öffnet. Ihrer eigenartigen Form wegen wurden die Äcidien als besondere Gattung Roestelia Rebent. bezeichnet.

Die Gymnosporangium-Arten werden in Obstgärten durch das Auftreten ihrer Äcidien an Birn- und Äpfelbäumen schädlicher als durch ihre nahezu bedeutungslose Teleutosporengeneration im Walde. Die häufigsten Arten sind:

1. Gymnosporangium Sabinae Wint. auf Juniperus Sabina, phoenicea, Oxycedrus u. a. Äcidien (Roestelia cancellata Rebent.) auf Pirus communis und anderen Pirus-Arten.

2. G. confusum Plowr. gleichfalls auf dem Sadebaum. Äcidien auf Crataegus, Cydonia und Mespilus.

3. G. tremelloides A. Br. auf dem gemeinen Wacholder. Äcidien auf Pirus Malus, Sorbus Aria und anderen Sorbus-Arten.

4. G. juniperinum Wint. ebenfalls auf Juniperus communis. Äcidien (Roestelia cornuta Fr.) auf Eberesche und Sorbus hybrida.

Unterordnung Hymenomycetes. Hautpilze.

Wie schon S. 214 erwähnt, sind die Hymenomyceten durch ungeteilte Basidien gekennzeichnet. Die Basidien tragen an ihrer Spitze in der Regel vier Basidiosporen abschnürende Sterigmen. Sie sind in Hymenien angeordnet, die bei den höheren Formen nicht in einer ebenen Fläche liegen, sondern Stacheln, Röhren, Falten oder Lamellen besonderer Fruchtkörper be- und auskleiden. Soweit forstliche Schädlinge in Betracht kommen, handelt es sich zumeist um holzbewohnende Wundparasiten, die eine Zersetzung (Fäulnis) des von ihnen in Besitz genommenen Substrates und damit einen teilweise beträchtlichen Schaden herbeiführen.

Familie Polyporaceae. Löcherpilze.

Hymenium bei den forstlich wichtigen Gattungen das Innere von Röhren auskleidend, die mit der Substanz des Fruchtkörpers fest verwachsen sind. Fruchtkörper meist sitzend, konsolen- oder krustenförmig.

Forstlich wichtig sind die Gattungen Trametes, Fomes und Polyporus. Bei Trametes sind Fruchtkörper-(Hut)Substanz und Röhrensubstanz gleich, bei Fomes und Polyporus verschieden. Die beiden letzteren unterscheiden sich dadurch, daß die Fruchtkörper von Anfang an mehr oder weniger holzig (Fomes) oder anfangs fleischig, später erhärtend (Polyporus) sind.

38. Trametes Pini Fr.

Kiefernbaumschwamm.[1])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Das Myzel dieses Pilzes entwickelt sich hauptsächlich im Kernholze der Nadelhölzer, insbesondere der Kiefer und verursacht hier die Ring- oder Kernschäle.

Der Pilz ist ein Wundparasit, dessen Keimschläuche nur an Astwunden und sonstigen Wundflächen einzudringen vermögen, wenn sich diese durch Harzaustritt nicht schützen können. Er ist demzufolge zunächst auf älteres (Kern-)Holz angewiesen.

1) Möller, A.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1899, 537; 1904, 677; 1910, 129; 1914, 193. — Düesberg: das. 1912, 42.

Das vom Myzel durchwucherte Holz (Abb. 69) färbt sich allmählich rotbraun und bekommt (namentlich im Frühjahrsholze) zahlreiche regellose, aus Zellulose bestehende weiße Flecken, oder, wenn die Zellulose auch aufgelöst ist, weiß ausgekleidete ovale bis längliche Löcher. Bei Kiefer und Lärche bleibt die Zersetzung des Holzkörpers auf das Kernholz beschränkt, während bei Fichte und Tanne bisweilen auch der Splint mit zersetzt wird, weil er nicht, wie bei den erstgenannten Holzarten, durch eine verharzte Schutzzone von dem erkrankten Kern abgeschlossen wird. In den ersten Jahren breitet sich das Myzel von der Infektionsstelle (Aststummel) nur langsam und zwar vornehmlich in der Richtung der Holzfaser aus. Erst mit dem Größerwerden des Schwammherdes wächst das Myzel rascher und zerstört dann, auch in horizontaler Richtung fortlaufend, die einmal angegriffenen Jahresringe unter Umständen schneller und stärker als die benachbarten Holzschichten. Hieraus erklärt sich die zum Namen „Ringschäle" führende Erscheinung, daß beim Zerschlagen von Schwammholz der Splintmantel sich oftmals vom zentralen Teile loslöst oder das Holz zonenweise auseinanderfällt.


Abb. 69. Durch Trametes Pini Fr. zersetztes Kiefernholz (phot. von J. Reger).

Die Fruchtkörper des Pilzes entwickeln sich bei Kiefer und Lärche nur an Aststellen (gelegentlich auch an Schälwunden) und zwar vorwiegend an der westlichen Stammseite. Bei Fichte und Tanne brechen sie mitunter auch direkt aus der Rinde hervor und bleiben dann krustenförmig, während sie bei der Kiefer in Gestalt brauner holziger, oben konzentrisch gezonter Konsolen (Abb. 70) auftreten. Sie erscheinen erst 10—20 Jahre nach der Infektion, wachsen fast ausschließlich in den Monaten September bis Januar und erzeugen hauptsächlich während dieser Zeit in der jährlich neugebildeten, unterseitigen, braungelben Röhrenschicht keimfähige Sporen, das einzige Verbreitungsmittel des Pilzes. Die Fruchtkörper werden sehr alt (50 und mehr Jahre) und sterben erst dann ab, wenn das Kernholz des Baumes in ihrer Nähe vollkommen zersetzt ist.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz ist über ganz Deutschland und über dessen Grenzen hinaus auf allen Böden, sowie in allen Höhenlagen verbreitet und kommt nicht nur an allen einheimischen, sondern auch an den wichtigsten der eingeführten Nadelhölzer vor.[1]) Sein Favoritbaum aber ist die Kiefer. Für diese Holzart bedeutet der Baumschwamm ein Altersleiden, das sich um so unangenehmer bemerkbar macht, in je höherem Umtriebe die Bestände bewirtschaftet werden.

Der Kiefernbaumschwamm ist besonders in den Kiefernbeständen Norddeutschlands sehr verbreitet; es gibt hier Bestände, in denen jeder fünfte Stamm ein Schwammbaum

1) Vgl. v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1906, 96.

ist. Im Harze, Thüringerwald und in Süddeutschland ist er seltener und findet sich hier mehr an der Fichte. Im Riesengebirge tritt er auch in Tannen- und Lärchenbeständen auf.

Infolge der durch den Pilz herbeigeführten Holzzersetzung leidet der technische Gebrauchswert der befallenen Stämme („Schwammbäume") unter Umständen recht beträchtlich. Möller (a. a. O.) berechnet den innerhalb der preußischen Staatsforsten durch den Pilz entstehenden jährlichen Einnahmeausfall auf mindestens eine Million Mark und hält es für wahrscheinlich, daß der wirkliche, rechnerisch nicht genau festzustellende Schaden doppelt so groß ist. Den jährlichen Verlust sämtlicher deutschen Waldungen durch den Baumschwamm schätzt Möller auf mehrere Millionen.

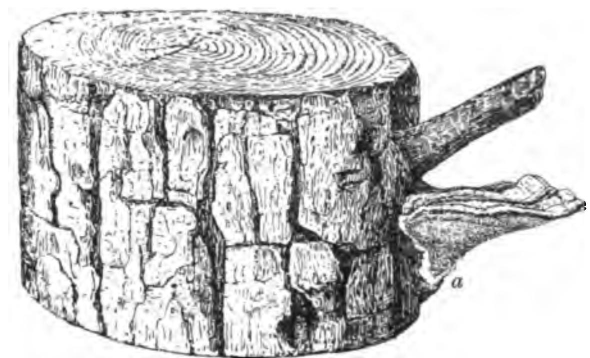


Abb. 70. Konsolenförmiger Fruchtkörper (*a*) von Trametes Pini Fr. an Kiefer (verkleinert, Orig. G. K.).

Wie verschiedene, an der Hand genauer Aufnahmen von Schlagergebnissen vorgenommene Berechnungen [1]) erkennen lassen, beläuft sich die durch den Schwamm verursachte Wertsminderung haubaren Kiefernholzes gegen gesundes Holz von gleichem Alter und gleichen Dimensionen auf etwa 6 Mk. für 1 fm. Die Höhe des Verlustes hängt allerdings, wie Borgmann näher nachgewiesen hat, wesentlich ab von der Art der Aufbereitung und des Verkaufes. Beim „Gesundschneiden" des anbrüchigen Holzes, d. h. bei getrenntem Aushalten von gesundem und krankem Holz, ergab sich im speziellen Falle ein weit geringerer Wertsverlust als beim Aushalten des anbrüchigen Holzes in ganzer Stammlänge und Verkauf als Nutzholzanbruch. Zeising fand in einem von ihm untersuchten Falle einen Wertsverlust von 18—20,5 % des Rohertrages gesunder Stämme.

C. Bekämpfung.

a) Vorbeugend wirkt die Erziehung gemischter Bestände. Die Ansteckungsgefahr wird hierdurch etwas herabgemindert, vorausgesetzt, daß der Wald noch nicht stark durchseucht ist. Wichtiger ist es, der Ausbreitung des Baumschwammes durch Vermeidung und Verhinderung von Astbeschädigungen entgegenzuwirken. Zu diesem Zwecke empfehlen sich in erster Linie Verbot des Reißhakens bei der Gewinnung von Dürrholz und Vorsicht bei Durchforstungen, Vorbereitungshieben usw. in älteren Beständen.

b) Als wirksame Abstellungsmaßregeln kommen in Betracht:

1. Einschlag sämtlicher Schwammbäume mit gleichzeitiger, sorgsamer Vernichtung der Fruchtkörper.

In allen jüngeren Beständen mit noch geringem Schwammprozent ist diese Maßnahme grundsätzlich durchzuführen; in älteren, stärker befallenen Orten, wo sie eine zu starke Durchlöcherung veranlassen würde, ist, wenn nicht der ganze Bestand abgetrieben werden kann, der Einschlag auf die am stärksten befallenen und namentlich auf die Stämme mit hoch sitzenden Konsolen zu beschränken. An allen noch stehen bleibenden Schwammbäumen empfiehlt sich

---

1) Gernlein: Ztschr. f. F. u. Jw. 1899, 210. — Borgmannn: das. 1906, 604; 1907, 594. — Stubenrauch: das. 1907, 527. — Zeising: das. 1908, 188. — Hemmann: Allg. F. u. J.-Ztg. 1905, 336; 1908, 123.

2. **Abstoßen und Vernichten der Konsolen und Bestreichen der Ansatzstellen mit Raupenleim.** Besonders wichtig ist die Entfernung der Konsolen in den jüngeren, 50—70jährigen Beständen.

Bei sorgfältiger Ausführung verhindert der Leimanstrich der Ansatzstellen nach den in Preußen gesammelten Erfahrungen in mindestens 80% der Fälle die Neubildung von Fruchtkörpern. Die von den Konsolen gereinigten Schwammbäume bedürfen periodischer Revision (alle 3 Jahr) und sind, um ihr Auffinden zu erleichtern, zu röten oder durch farbige Ringe kenntlich zu machen.

Das Abstoßen der zumeist am unteren Schaftteil (bis 7 m Höhe) sitzenden Konsolen geschieht am besten mit Leiter und Handgeräten oder — weniger gut — vom Boden aus mittels eines an einer Stange befestigten, scharfen **Stoßeisens**. Der Raupenleim ist mit Hilfe eines an einem knieförmig gebogenen Eisenstiel rechtwinklig zur Tragstange angebrachten Pinsel aufzutragen. Bei einem von **Kienitz**[1]) an 204 auf ungefähr 7 ha stehenden, 137jährigen Schwammbäumen durchgeführten Reinigungsversuch stellten sich die Kosten, abgesehen von dem Anschaffungsaufwand für die notwendigen Werkzeuge, auf 1,17 Mk. für 1 ha.

Die Entfernung der Konsolen hat möglichst nicht in der Zeit vom September bis einschließlich Januar zu geschehen, um dem Sporenausfall vorzubeugen. Die von stehenden oder liegenden Stämmen abgestoßenen Konsolen sind zu sammeln und zu verbrennen oder hinreichend (50 cm) tief zu vergraben.

Durch Verfügung vom 10. 12. 1904 bzw. 22. 12. 1915 ist für die preußischen Staatsforsten die Bekämpfung des Kiefernbaumschwammes nach den vorstehenden, von **Möller** herrührenden Gesichtspunkten angeordnet worden. In den Jahren 1905—1912 sind dementsprechend auf 365 Kiefernrevieren für Aufsuchen, Bezeichnen und Reinigen der Schwammbäume rund 500000 Mk. ausgegeben und 6 Millionen fm Schwammholz eingeschlagen worden. Die angeordneten Maßnahmen haben sich nach **Möller** (a. a. O. 1910, 129) bewährt und sind möglichst auch in den nichtstaatlichen Waldungen durchzuführen.

39. Fomes (Polyporus) annosus Fries.

(Trametes radiciperda R. Htg.; Heterobasidion annosum Bref.)

Wurzelschwamm, Stockfäulepilz.[2])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.



Abb. 71. Querschnitt durch eine rotfaule, von Fomes (Polyporus) annosus Fr. befallene 45jährige Fichte (1/4). *a* Gesundes Holz. *b* Verfärbte Zonen, den Beginn der Zersetzung anzeigend. *c* Zersetzte rotfaule Teile.

Der mit Recht sehr gefürchtete Pilz verursacht die **Stock- oder Wurzelfäule** der Nadelhölzer, eine **Rotfäule**, die von den Wurzeln ausgeht und bei einigen Holzarten, z. B. bei Fichte und Tanne, unter Umständen den Stamm bis weit hinauf ergreift (Abb. 71). Nur bei der Kiefer pflegt die Fäulnis infolge rascher Verharzung des Holzes auf den untersten, die Stockhöhe umfassenden Stammteil beschränkt zu bleiben.

Die Infektion erfolgt an den Wurzeln und geht entweder vom Myzel erkrankter Wurzeln eines Nachbarstammes aus oder ist auf Sporen bzw. Konidien, die durch Tiere, Regenwasser oder Wind verschleppt werden, zurückzuführen.

---

1) Ztschr. f. F. u. Jw. 1906, 114. — 2) **Möller**, A.: Forstl. Bl. N. F. 1889, 134. — **Hartig**, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1889, 428. — **Boden**, Fr.: Die Stockfäule der Fichte usw. Hameln 1904.

Das Myzel entwickelt sich im Bast und Holzkörper der Wurzeln, tötet diese, wächst rasch stammaufwärts und bewirkt eine mit violetter Streifung beginnende Zersetzung des Holzkörpers, in deren späterem Verlauf sich das Holz bräunlichgelb färbt und schwarze, weiß umrandete Flecken bekommt, um zuletzt in einen schwammigen, löcherig-faserigen Zustand überzugehen.

Im Gegensatz zu den dicken, derbhäutigen Myzellappen des Hallimasch ist das Myzel des Wurzelschwammes dünn und zart. In Gestalt kleiner, stecknadelkopfgroßer Polster drängt es sich zwischen den Rindenschuppen der Wurzeln hervor und erzeugt vorwiegend an den Wurzeln und am Wurzelstocke an hohl liegenden Stellen die im frischen Zustande auf der Hymenialfläche schneeweißen Fruchtkörper. Die Gestalt der Fruchtkörper ist verschieden; meist aber sind es dünne und krustenförmige Gebilde, die sich am Wurzelstock und an den stärkeren Wurzeln der Rinde eng anschmiegen, während sie an den schwächeren Wurzeln nur mit Teilen ihrer braunen Oberseite angewachsen sind und mit ihren Rändern mehr oder weniger weit vom Holze abstehen (Abb. 72). Unter günstigen Umständen nehmen sie mit fortschreitendem Wachstum eine konsolenförmige Gestalt an. An den Stöcken vom Winde umgedrückter Fichten entwickeln sich die Fruchtkörper zuweilen in solcher Menge, daß die ganze Unterseite des Stockes beim Umwenden weiß erscheint (Abb. 73).

Die aus den Fruchtkörpern hervorgehenden Sporen sind für die Weiterausbreitung der Wurzelfäule um so mehr von Belang, als Brefeld[1]) bei Reinkulturversuchen gefunden hat, daß ein aus diesen Sporen sich zunächst entwickelndes zartes

Abb. 72. Fruchtkörper von Fomes (Polyporus) annosus Fr. an einer dünnen Fichtenwurzel (1/2, Orig. G. K.).

Fadengeflecht Konidien in großer Menge erzeugt, die in der freien Natur bei der Ausbreitung des Pilzes vermutlich ebenfalls von Bedeutung sind.

Die Krankheit verläuft im allgemeinen



Abb. 73.
Teil eines mit Fruchtkörpern von Fomes annosus Fr. unterseits reich besetzten Wurzelstockes einer 35 jährigen Fichte (phot. von F. Neger).

1) Untersuchgn. a. d. Gesamtgebiete d. Mykologie. Bd. 8, 181ff.

rasch. Künstliche Infektion tötete z. B. von sechs 10jährigen Kiefern schon nach anderthalb Jahren fünf Exemplare (R. Hartig).

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz befällt sämtliche Nadelhölzer in allen Altersstufen, ist aber auch an verschiedenen Laubhölzern beobachtet worden. Bedeutung aber hat er nur für die Nadelholzforsten, namentlich für die Heideaufforstungsgebiete und für die auf ehemaligem Ackerland begründeten Kiefern- oder Fichtenbestände. Er ist hier die Ursache der auf den geringeren Böden im allgemeinen früher als auf den besseren beginnenden „Nadelholzsterbe".

Das Eingehen der sog. „Ackertannen" auf den aufgeforsteten Feldflächen infolge der Wurzelfäule setzt gewöhnlich im Stangenholzalter (25—40 Jahr), manchmal auch schon früher, ein und ist dadurch charakterisiert, daß es löcherweise erfolgt. Von der einzelnen getöteten Stange aus pflanzt sich die Krankheit ringförmig nach allen Richtungen hin fort und tritt auf zugepflanzten Feldflächen zuweilen in solcher Ausdehnung auf, daß in den durchlöcherten Beständen nur wenige gesunde Individuen übrig bleiben.

Noch unaufgeklärt ist der Grund des besonders heftigen Auftretens der Wurzelfäule auf ehemaligem Ackerland. Vielfach wird die Verwendung animalischen Düngers durch den Ackerbau als Ursache hierfür angesehen. Man nimmt an, daß durch die Düngung einerseits die Widerstandsfähigkeit der Nadelhölzer geschwächt, andererseits die Angriffskraft des in stickstoffreichen Böden saprophytisch lebenden Pilzes gesteigert werde.[1]) Mehr Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, daß alter Feldboden zu dicht gelagert ist und daß die Wurzeln der Holzpflanzen infolgedessen leicht erkranken. Sie bilden dann für den schließlich überall vorhandenen Pilz günstige Nährböden. Vielleicht hat auch Matthes[2]) nicht Unrecht, wenn er Engerling und Wind als mitwirkende Ursachen der Wurzelfäule betrachtet wissen will, weil die durch beide Faktoren an den Wurzeln hervorgebrachten Biß- und Rißwunden zu Eingangspforten für den Pilz werden können.

C. Bekämpfung.[3])

1. Sofortige Rodung der erkrankten Bäume und Entfernung der infizierten Stöcke.
2. Isolierung der Infektionsherde durch Stichgräben.

Den Stichgräben wird von manchen Seiten nicht nur Wirkungslosigkeit, sondern sogar negativer Wert zugesprochen, weil durch sie der Entwickelung von Fruchtkörpern an den beim Auswerfen des Grabens durchschnittenen infizierten Wurzeln nur Vorschub geleistet werde (Brefeld). Wenn von anderer Seite auch gute Erfolge mit den Stichgräben erzielt worden sind, so beweist das die auch bei der Bekämpfung des Hallimasch beobachtete Abhängigkeit des Erfolges von der Stärke der Erkrankung eines Bestandes. In stark verseuchten Beständen hilft der Stichgraben im allgemeinen nicht mehr, weil er zu spät kommt und die Krankheitsherde nicht mehr zu isolieren vermag.

40. Weitere Fomes- und Polyporus-Arten.

Außer den beiden vorgenannten Polyporaceen kommt noch eine große Anzahl anderer hierher gehöriger Pilze in lebenden Bäumen als Holzzerstörer vor. Da sie im allgemeinen aber nur dem einzelnen befallenen Stamme und nur ausnahmsweise einer größeren Anzahl benachbarter Pflanzen der gleichen oder verwandten Holzart

1) Frömbling: Ztschr. f. F. u. Jw. 1906, 169. — Boden: Die Stockfäule der Fichte, 1904. — 2) Allg. F. u. J.-Ztg. 1911, 1. — 3) Hermann, Frdr.: Thar. Jhrb. 1900, 195.

verderblich werden, tritt ihre wirtschaftliche Bedeutung nicht in dem Maße in den Vordergrund wie bei den vorhergehenden Arten. Sie sind durchgehends Wundparasiten und haben eine von ihrem Myzel verursachte, mehr oder weniger rasch verlaufende Holzzersetzung (Rot- oder Weißfäule), d. h. eine technische Wertsminderung des erkrankten Stammes zur Folge, die bei starken, wertvollen Sortimenten, z. B. bei Eiche, den Ernteertrag wesentlich zu beeinflussen wohl imstande ist.

Die wenigsten der hier zu erwähnenden Schädlinge sind an eine Holzart gebunden; die meisten befallen mehrere Nadelhölzer oder mehrere Laubhölzer, manche auch Nadel- und Laubhölzer.

Als häufigste seien kurz angeführt unter den

a) Nadelholzparasiten.

1. Poria (Polyporus) vaporaria Pers. an Fichte und Kiefer, seltener an Tanne.

Das Holz wird dunkelrotbraun, rissig und zerklüftet in ähnlicher Weise wie beim Befall durch den Hausschwamm (Merulius lacrymans Fr.). Das Myzel bildet schneeweiße, reich verästelte filzige Stränge. Die Fruchtträger sind weiße Krusten. Der Pilz siedelt sich gern an den durch Rotwild verursachten Schälwunden an, findet sich aber besonders häufig als Ursache der Trockenfäule im Holze von Gebäuden.

2. Polyporus sistotremoides Alb. et Schw. = mollis R. Htg. an Kiefer und Weymouthskiefer.

Das Zersetzungsprodukt ist dem vorstehenden ähnlich; jedoch fehlen die weißen Myzelstränge. Fruchtträger dachziegelartig übereinander stehend, groß, kurzgestielt, erst gelbbraun, später rotbraun. Poren erst gelbgrünlich, beim Berühren rot werdend.

3. Polyporus borealis Fr. an Fichte.

Das Holz wird weißfaul; in den Frühjahrsschichten entstehen zahlreiche, mit weißem Myzel erfüllte Querfugen. Schließlich zerfällt es in lauter kleine würfelförmige Stücke. Fruchtkörper oft dachziegelartig untereinander verwachsen, konsolenförmig, weiß, fleischig.

4. Fomes (Polyporus) Hartigii Allesch. an Fichte und Tanne.

Erzeugt eine Weißfäule; gern an krebskranken Tannen. Fruchtkörper konsolenförmig oder wulstig.

5. Fomes (Polyporus) pinicola Fr. an Kiefer, Fichte, Tanne, ab und zu auch an Birke und anderen Laubhölzern.

Fruchtkörper konsolen- oder hufförmig, oben schwarz, Rand rot.

b) Laubholzparasiten.

6. Fomes (Polyporus) fomentarius Fr. Echter Zunder- oder Feuerschwamm an Buche (Eiche, Ulme).

Das zersetzte Holz wird weißfaul. Fruchtkörper konsolen- oder hufförmig, bisweilen sehr groß. Oberfläche hart, braungrau, konzentrisch-gezont; im Inneren schwammig.

7. Fomes (Polyporus) igniarius Fr. Falscher Feuerschwamm an Eiche, Weide, Apfelbäumen und anderen Laubhölzern.

Sehr häufiger, eine Weißfäule hervorrufender Löcherpilz. Fruchtkörper oben und innen hart, huf- oder konsolenförmig, oben erst gelbbraun, später fast schwarz, konzentrisch gefurcht. Poren zimmetbraun. In Weiden- und Pappelbeständen bisweilen ernstlich schädlich.[1])

8. Fomes (Polyporus) fulvus Fr. an Hornbaum, Aspe und anderen Laubhölzern, besonders gern an Pflaumenbäumen.[2])

---

1) Eisenmenger: Blätter a. d. Walde 1904, 89. — 2) Banselow: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1904, 216.

Zersetztes Holz ebenfalls weißfaul. Fruchtkörper knollig, anfangs gelbbraun, behaart, später aufreißend, grau und glatt.

9. Polyporus sulphureus Bull. an Eiche, Erle, Weide, Pappel u. a., auch an Nadelhölzern.

Das zersetzte Holz wird rotfaul, rissig und ist von derben, lederartigen, weißen Myzelhäuten durchzogen. Fruchtkörper lebhaft schwefel- bis rötlichgelb, erst weichfleischig, später erhärtend, meist zu vielen zusammensitzend und zu großen, auffallenden, unförmlichen Massen verwachsend. Bisweilen (an Eiche) sehr schädlich; befallene Bäume bald absterbend.

10. Polyporus dryadeus Fr. = P. pseudoigniarius Bull. an Eiche.

Zersetztes Holz gelb- und weißstreifig, besonders im Kern. Fruchtkörper ziemlich groß, braun, anfangs fleischig, später korkig, hufförmig, von geringer Dauer.

11. Polyporus betulinus Fr.[1]) an Birke.

Verwandelt das Holz in eine rotbraune, rissige, leicht brüchige Masse, welche sich zwischen den Fingern zu feinem Mehl zerreiben läßt. Fruchtträger kugelförmig, unten weiß, oben braungrau gefärbt.

Nach Dohse[2]) wurden in einem mecklenburgischen Reviere binnen 4—5 Jahren etwa 2% der Stämme eines 50—60jährigen Bestandes durch diesen Pilz vollständig zerstört.

12. Poria (Polyporus) laevigata Fr. an Birke.

Zerstört das Holz zu einer weißlichen Masse, welche sich in dünne Lamellen zerblättern, aber nicht zerreiben läßt. Fruchtträger dunkelbraune Krusten auf der Rinde.

13. Fomes (Polyporus) salicinus Fr. an Weide.

Fruchtkörper zimmetbraun, im Alter grau, hart.

14. Polyporus squamosus Fr. an Laubhölzern aller Art.

Erzeugt eine Weißfäule. Fruchtkörper groß, halbkreis- oder nierenförmig, kurz gestielt, oben gelblich mit konzentrisch angeordneten braunen Schuppen. Poren gelb, am meist exzentrisch gestellten Stiel weit herablaufend.

15. Polyporus nigricans Fr. an Birke.

Fruchtkörper zu großen, unförmigen Knollen auswachsend.

16. Polyporus hispidus Fr. an Esche, Ulme, Maulbeerbaum und anderen Laubhölzern.

Fruchtkörper dick, polsterförmig, oben rostbraun, rauh, innen ebenfalls braun, schwammig.

Aus den Familien Hydnaceae (Stachelschwämme) und Thelephoraceae seien noch die nachstehenden Laubholzbewohner genannt:

17. Hydnum diversidens Fr. an Eiche und Buche.

Veranlaßt Weißfäule. Das Holz (insbesondere in den Frühjahrsschichten) nimmt eine anfangs längsstreifige, später gleichmäßig gelbliche Färbung an. Fruchtträger gelblichweiß, teils krusten-, teils konsolenartig.

18. Stereum frustulosum Fr. = Thelephora perdix R. Htg. an Eiche.

Erzeugt eine unter dem Namen „Rebhuhnholz" bekannte Zersetzungsform. In dem tief rotbraun gefärbten, kranken Holze treten bienenzellenartige, mit weißlicher Masse ausgefüllte Höhlungen auf, die von festen Wänden umgeben sind. Später erscheinen diese Höhlungen graungelb und mit Myzel gefüllt. Fruchtträger braungelb, in Gestalt von Krusten.

19. Stereum hirsutum Fr. an Eiche.

Verursacht im Holze eigentümliche schneeweiße oder gelbliche Längsstreifen, welche braun eingefaßt sind. Man nennt solches Holz in der Praxis „Fliegenholz, weißpfeifiges Eichenholz". Mitunter wird das ganze Holz in eine gleichmäßig gelbe Masse verwandelt. Fruchtträger anfänglich Krusten, später mit deutlich abstehendem, braunem Rande.

Bekämpfung: Vorbeugend wirken gegen sämtliche vorstehend genannte Holzparasiten Vermeidung aller Wundstellen, und wo solche (wie bei der Auf-

1) Mayr, H.: P. betulinus u. P. laevigatus usw. Diss. Kassel 1884. — Ders.: Forstw. Zbl. 1885, 121. — 2) Das. 1885, 599.

astung) nicht zu umgehen sind, Aufbringen eines Schutzanstriches (Teer, Leim, Baumwachs, Lehm usw.).

Als wirksames Bekämpfungsmittel kommt neben Sammeln und Vernichten der Fruchtkörper allein der energische Einhieb aller Schwammbäume in Betracht.

Auch hochwertige Eichenstämme müssen, wenn sie Pilzkonsolen zeigen, in ähnlich tatkräftiger Weise entfernt werden, wie es gegenüber den mit Polyporus fomentarius behafteten Buchen an vielen Orten schon geschehen ist und mit den Schwammbäumen in den Kiefernbeständen Preußens in neuerer Zeit geschieht (vgl. S. 234).

Familie Agaricaceae, Blätterpilze.

Fruchtkörper meist hutförmig mit zentralem Stiele, fleischig. Hymenium auf der Unterseite des Hutes auf blattartigen Lamellen.

41. Agaricus melleus Vahl.
(Armillaria mellea (Vahl.) Quél.).
Hallimasch, Honigpilz.[1])

A. Äußere Erscheinung und Wirkung.

Dieser Hutpilz verursacht eine Krankheit der Nadelhölzer, die den Forstwirten unter dem Namen „Harzsticken" oder „Harzüberfülle" schon lange bekannt ist. Sie erstreckt sich auf die Wurzeln, den Wurzelstock und den über diesem liegenden unteren Stammteil, in einzelnen Fällen bei älterem Holze 4—5 m hoch.

Die Krankheitssymptome sind: allmähliches Vergelben, Vertrocknen und Abfallen der Nadeln, Welken der Triebe, Aufplatzen der Rinde am Wurzelstock und reichlicher Harzerguß, durch welchen die Erdkrume in der nächsten Umgebung förmlich verkittet wird.

Besonders charakteristisch für den Hallimasch ist die Vielgestaltigkeit seines Myzels. Es tritt bald als einfach fädiger Pilzkörper, bald als verflachtes, fächerförmig sich ausbreitendes Band oder als weiße Haut unter lebender Rinde, bald auch als mehr oder weniger zylindrischer wurzelähnlicher Strang zwischen Holz und Rinde abgestorbener Pflanzen oder im Boden auf. Diese strangartige Myzelform wurde früher in Unkenntnis ihrer Zugehörigkeit zu Agaricus als besondere Pilzgattung Rhizomorpha fragilis[2]) angesehen. Nach dem Orte, wo sich die Rhizomorphe vorfindet, unterscheidet man auch jetzt noch eine rinden- und eine bodenbewohnende Form: Rhizomorpha subcorticalis und Rh. subterranea.

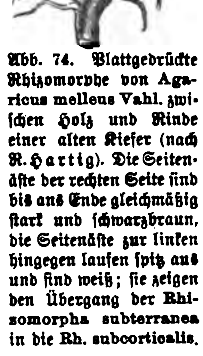


Abb. 74. Blattgedrückte Rhizomorphe von Agaricus melleus Vahl. zwischen Holz und Rinde einer alten Kiefer (nach R. Hartig). Die Seitenäste der rechten Seite sind bis ans Ende gleichmäßig stark und schwarzbraun, die Seitenäste zur linken hingegen laufen spitz aus und sind weiß; sie zeigen den Übergang der Rhizomorpha subterranea in die Rh. subcorticalis.

Die Rhizomorphe besitzt ein filziges, weißes, zähes, aus Pseudoparenchym bestehendes Mark, das von einer braunschwarzen, glatten, aus parallellaufenden Hyphen bestehenden sog. „Rinde" umgeben ist. Sie ist mit Spitzenwachstum ausgestattet, verästelt sich vielfach zu wieder miteinander verwachsenden Strängen (Abb. 74 u. 75) und nimmt unter der Rinde abgestorbener Bäume bisweilen die Form eines bis 1 cm breiten Bandes an.

1) Ruhland, W.: Der Hallimasch usw. Flugbl. Nr. 22 der Biol. Anst. f. L. u. Fw. 1908. — Hartig, R.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1888, 118. — 2) Hartig, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1870, 359.

Unter der Rinde lebender Wurzeln usw. bildet das Myzel schneeweiße, **derbe Häute** (Abb. 76), von denen aus feine, haarähnliche Myzelfäden durch Vermittelung der Markstrahlen in den Holzkörper dringen, wo sie namentlich in den Harzkanälen fortwachsen. Hier zerstören sie zunächst das stärkemehlreiche Holzparenchym, wandeln Zellinhalt und Zellwände in Terpentin um und wachsen später auch in die leitenden Organe des Holzkörpers hinein. Sie führen eine **Weißfäule** des Holzes herbei, die durch mehr oder weniger intensives Leuchten des myzelhaltigen Holzes bei Nacht besonders auffällig wird.

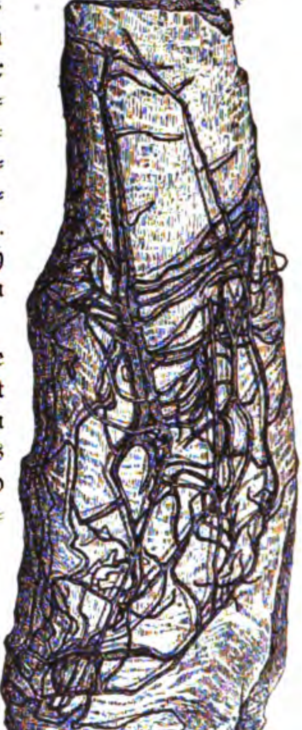


Abb. 75. Verästelte und untereinander verwachsene Rhizomorphenstränge von Agaricus melleus Vahl. auf dem Holzkörper eines von der Rinde befreiten alten Buchenstockes (verkleinert, Orig. G. K.).

Durch Zerstörung der Harzkanäle bilden sich größere mit Terpentin sich füllende Hohlräume. Das Harz senkt sich nach unten, sprengt im Wurzelstock die durch das Myzel abgetötete Rinde und ruft die bereits oben erwähnte charakteristische Harzfülle hervor. Aber auch in den höheren Schaftteilen sammelt sich Harz in außergewöhnlicher Weise in den Harzkanälen des Kambiums und in Harzbeulen der Rinde an.

Im Herbst treten am Wurzelstocke, zuweilen auch höher am Stamme der getöteten Pflanze die gestielten, hutförmigen Fruchtkörper des Pilzes teils einzeln, teils massenhaft hervor (Abb. 77 u. 78) und erzeugen an ihrer gefächerten Unterseite zahllose weiße Sporen.

Der Hut ist honigfarbig bis schmutzigbraun, mit haarigen, dunkleren Schüppchen besetzt. Die Lamellen sind gelblichweiß, später rotbräunlich gefleckt. Der walzige, oft gekrümmte, an der Basis etwas verdickte Stiel, anfangs blaßrot, wird mit der Zeit bräunlichgelb und ist in der oberen Hälfte mit einem flockig-häutigen, weißen Ringe versehen (Abb. 78). Der Fruchtträger ist eßbar.

Abb. 76. Wurzelstock und basaler Schaftteil einer durch Agaricus melleus Vahl. getöteten 12jährigen Fichte nach Entfernung der Rinde (nat. Gr., Orig.). *m* Dicke, weiße, zwischen Holz und Rinde ausgebreitete Myzellappen (Rhizomorpha subcorticalis). *h* Harzerguß außerhalb der Rinde.

Die Sporen sind infolge ihrer nur kürzere Zeit andauernden Keimkraft nicht das hauptsächlichste Verbreitungsmittel des Pil-

zes. Als solches kommen vielmehr die von der befallenen Pflanze ausgehenden Rhizomorphen in Betracht, die in geringer Tiefe nach allen Richtungen hin den Boden durchwuchern. Gelangen sie hierbei an gesunde Wurzeln, so bohren sie sich in deren Rinde ein und breiten sich im Gewebe aus. Hat das in den Harzgängen der zunächst infizierten Wurzel fortwachsende Myzel den Wurzelstock erreicht, so ist der Tod der betreffenden Pflanze besiegelt.

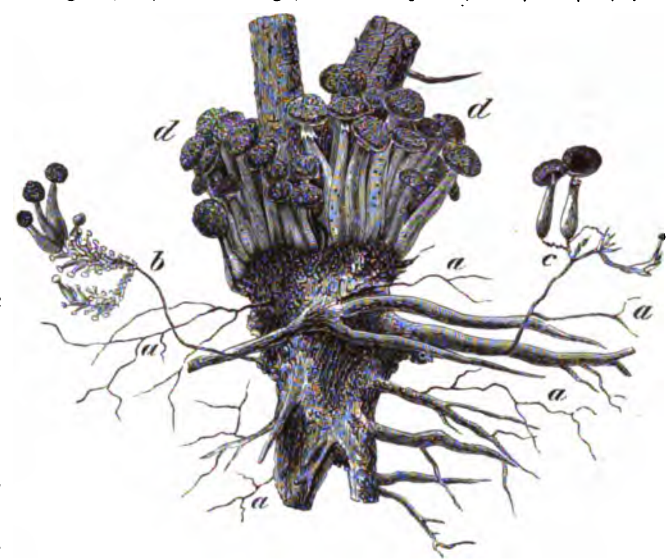


Abb. 77. Fruchtkörper von Agaricus melleus Vahl. am Fuß einer durch den Pilz getöteten 8jährigen Fichte (nach R. Hartig). Sterile (*a*) und fruktifizierende (*b* und *c*) Myzelstränge (Rhizomorpha subterranea). *d* Fruchtkörper aus der unter der Rinde vegetierenden Rhizomorpha subcorticalis.

Wie schnell das Absterben vor sich geht, hängt von der größeren oder geringeren Entfernung der Infektionsstelle vom Wurzelstocke, von der Wuchsgeschwindigkeit des Myzels, vom Alter und von der Widerstandsfähigkeit der Pflanze ab. Bei jüngeren Pflanzen und Infektion des Wurzelstockes tritt der Tod oft ganz unvermittelt ein, während im anderen Falle Jahre vergehen, ehe die erkrankte Pflanze vollständig getötet ist.



Abb. 78. Teil eines Fruchtkörperhaufens von Agaricus melleus Vahl. mit völlig entwickelten und unvollständig entwickelten Hüten (1/3, Orig. G. R.).

In dichten Kulturen sieht man oft ganze Gruppen von Pflanzen absterben, sodaß empfindliche Lücken entstehen. Im älteren Holz erfolgt das Eingehen der Stämme mehr einzeln; die Krankheit erstreckt sich aber hier nicht selten einige Meter stammaufwärts.

B. Vorkommen und Verbreitung.

Der Pilz befällt alle Nadelhölzer, vorzugsweise gemeine Kiefer, Fichte und Weymouthskiefer. Auch Tanne und Lärche leiden durch ihn, die Schwarzkiefer aber nur selten. Er tritt an Pflanzen von 3—5jährigem Alter ab bis zu 100- und mehrjährigen Bäumen auf, bevorzugt aber Jungwüchse bis zu 15jährigem Alter.

Die bisherige Annahme, daß der Hallimasch ein spezifischer Parasit des Nadelholzes sei, an den Laubhölzern aber nur saprophytisch auftrete, scheint nach einer Reihe neuerer Beobachtungen[1]) nicht zutreffend zu sein. Er scheint vielmehr an sämtlichen Laubhölzern auch parasitisch leben zu können. Es läßt sich aber schwer entscheiden, wie weit in diesen Fällen andere Ursachen (Blitzschaden, Rauch, Fraß von Tortrix viridana, Eichenmehltau usw.) vorbereitend wirken mußten, um dem Hallimasch eine zum Tode des Baumes führende Entwickelung zu ermöglichen.

Nach vereinzelten Beobachtungen[2]) erkrankten auch Eichenstöcke, an denen man Wurzeln abgehauen oder abgeschnitten hatte, infolge des Eindringens von Agaricus melleus Vahl. Der Pilz tritt jedoch hier nur als Wundparasit auf. Seine Rhizomorphen verbreiten sich in der gesunden Eichenstockrinde gerade so lappig und fächerförmig, wie in den Wurzeln der Nadelhölzer. Die lebende Wurzelrinde der Eiche kann er von außen nicht durchbohren; Eichenstöcke ohne Wurzelwunden bleiben daher gesund. Das allzutiefe Abhauen der Eichenstöcke in Nieder- und Mittelwaldungen würde hiernach — in Örtlichkeiten, an denen der Pilz überhaupt vorhanden ist — die Gefahr der Infektion vergrößern.

Daß auch bei den Nadelhölzern primäre Ursachen anderer Art das Auftreten und die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Hallimasch wesentlich fördern, ist eine bekannte Tatsache. Reger[3]) macht den Hallimasch für das in den sächsischen und anderen deutschen Mittelgebirgen seit Jahren beobachtete Tannensterben allein verantwortlich. Die von ihm angeführten Empfänglichkeitsfaktoren (Rauchbeschädigung, mangelhafte Wasserversorgung, Naßkernbildung infolge Stockungen des Transpirationsstromes, geringer Lichtgenuß der Krone und in Verbindung damit schlechte Ernährung des Wurzelsystems) dürften als mitwirkende Ursache hierbei aber eine sehr bedeutsame Rolle spielen. Ganz auffällige, dem vorgefundenen Hallimasch vielfach allein zugeschriebene Pflanzeneingänge wurden auch nach den trockenen Jahren 1904 und 1911 beobachtet.

Wie wichtig der Gesundheitszustand der Pflanzen für die Infektionsgefahr auch beim Hallimasch ist, geht weiterhin noch daraus hervor, daß Spritzen der Kiefernkulturen mit Bordeauxbrühe gegen Schütte mehrfach[4]) Zurückgehen der Hallimaschschäden zur Folge hatte. Andererseits starben in Bayern nach den großen Nonnen- und Spannerkalamitäten zahllose Stämme, die infolge starken Nadelverlustes nur noch in den oberen Kronenpartien Zuwachs zeigten, durch den Hallimasch ab.

Am verderblichsten wird der Hallimasch zumeist in dichten Saaten und Büschelpflanzungen von Nadelhölzern (insbesondere von Fichte) auf ungerodeten ehemaligen Laubholzflächen. Von den Laubholzstöcken aus, in denen er ein unschuldiges saprophytisches Dasein führt, befällt der Pilz als Parasit die in der Nähe befindlichen Nadelholzpflanzen und verursacht, zentrifugal weitergreifend, unter ihm günstigen, noch unbekannten Verhältnissen bisweilen arge Durchlöcherungen in den dem Dickungsalter sich nähernden Kulturen.

---

1) Wagner, G.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1900, 43. — Hartig, Rob.: das. 1901, 193. — Baltz, C.: Forstw. Zbl. 1906, 206; D. Forst-Ztg. 1913, 538. — 2) Hartig, R.: Forstl.-naturw. Ztschr. 1894, 428. — Cieslar, A.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1896, 19. — 3) Thar. Jhrb. 1908, 201. — 4) Gassert: Forstw. Zbl. 1903, 252. — D. Forst-Ztg. 1906, 559.

C. Bekämpfung.

Die beste Vorbeugungsmaßregel ist gründliches Roden der Laubholzstöcke, zumal auf Flächen, die mit Nadelholz bestockt werden sollen. Ferner dürfen in Örtlichkeiten, wo sich die Krankheit schon einmal gezeigt hat, dichte Nadelholzsaaten und Büschelpflanzungen nicht ausgeführt werden, vielmehr sind hier alle auf Erziehung gesunder Bestände gerichteten Maßnahmen der Boden- und Bestandspflege (kräftige Durchforstungen!) von Bedeutung.

Als Bekämpfungsmittel kommen weiter in Betracht:

1. Konsequentes Ausstechen bzw. Ausroden der befallenen Pflanzen.

Die hierdurch in den Kulturen etwa entstehenden Blößen sind am besten mit Laubholz aufzuforsten. Wo das nicht möglich ist, sind die Ausbesserungen zu beobachten, um Neuerkrankungen schnell beseitigen zu können.

2. Isolierung der befallenen Pflanzen bzw. Stammgruppen durch schmale (30—50 cm tiefe) Stichgräben[1]), um den Schaden zu lokalisieren und die weitere Ansteckung durch die Rhizomorphen zu verhindern.

Um zu vermeiden, daß nicht jenseits der Gräben noch kranke Wurzeln hinstreichen, müssen die betreffenden Stichgräben so weit von den befallenen Pflanzen bzw. Stämmen angelegt werden, daß voraussichtlich alle erkrankten Individuen mit eingeschlossen werden. Korrekte Ausführung ist für den Erfolg wesentlich. In stärker befallenen Beständen sind Stichgräben, wie schon S. 236 erwähnt, ganz zwecklos; sie haben nur Wert bei rechtzeitigem Bemerken vereinzelter Erkrankungen.

3. Sammeln der Fruchtkörper.

Hierbei ist auch auf die an den Rändern der Stichgräben an den durchstochenen Wurzeln und Rhizomorphen sich entwickelnden Fruchtkörper zu achten.

Anhangsweise sei noch ein Hymenomycet erwähnt, der nicht durch parasitäre Lebensweise, sondern durch Umwachsen und Überwuchern junger Pflanzen hin und wieder schädlich wird. Es ist

42. Thelephora laciniata Pers.
Zerschlitzter Warzenpilz.[2])

Der Pilz ist Saprophyt und lebt von humosen Bestandteilen des Bodens. Seine weichlederigen, braunen Fruchtkörper mit unterseitigem, stumpf warzigem Hymenium sind am Rande zerschlitzt. Sie sind meist dachziegelartig übereinander gehäuft und umwachsen in Kämpen und auf Kulturen, wo sie den Boden oftmals krustenartig überziehen, die Pflanzen bis zu einer Höhe von 20 cm (Abb. 79). Durch den damit verbundenen Licht- und Luftentzug werden die Pflanzen, namentlich kleinere, leicht zum Absterben gebracht.

Der Pilz tritt besonders üppig an feuchten Standorten auf und wird in Lochpflanzungen leichter schädlich als auf Kulturen mit hochgestellten Pflanzen. Ebenso sind dichte Saaten mehr gefährdet als Pflanzungen.

Die Vorbeugungsmaßregeln ergeben sich hieraus von selbst: Hochstellen der Pflanzen, Vermeiden der Saat, wo der Pilz zu fürchten. In Kämpen: Übererden der befallenen Beete bzw. mechanische Beseitigung des Pilzes.

---

1) Die Isoliergräben werden nach Endres (Forstw. Zbl. 1902, 112) bereits in einer bayrischen Verordnung von 1730 erwähnt. — 2) Hartig, R.: Untersuchgn. a. d. forstbot. Inst. zu München I. 1880, 164. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1905, 91 u. 187. — Neger: Thar. Jhrb. 1910, 143.

Fungi imperfecti.

Die außerordentlich zahlreichen Pilze, von denen nur Nebenfruchtformen (Konidien) bekannt sind, gehören zum weitaus überwiegenden Teil zu den Ascomyceten. Das geht mit ziemlicher Sicherheit aus dem nur ausnahmsweisen Vorkommen von Nebenfruchtformen bei den Basidiomyceten hervor.



Abb. 79. Junge, von Telephora laciniata Pers. umwachsene und erstickte Fichte (phot. von F. Reger).

In systematischer Hinsicht ordnet man die unvollständig bekannten Pilze, je nachdem ob Konidienbehälter (Pykniden), Konidienlager oder nur einzelne Konidienträger vorhanden sind, in die drei Hauptabteilungen Sphaeropsidales, Melanconiales und Hyphomycetes.

Abteilung Sphaeropsidales.

Konidien in teils kugeligen, teils schild- oder schüsselförmigen Pykniden.

43. Phoma abietina R. Htg.

Der Pilz verursacht eine von R. Hartig als „Einschnürungskrankheit" bezeichnete Trieb- und Astkrankheit der Tanne. Die Infektion erfolgt (nach E. Mer[1]) in den höheren Lagen im Winter oder Anfang Frühjahr, in den tieferen im Spätsommer oder Anfang Herbst) an der Rinde einjähriger oder älterer Triebe. Die vom Myzel durchwucherte Rindenpartie wird getötet und sinkt ein. Je schwächer die infizierten Zweige sind, um so länger pflegt die abgestorbene Stelle zu sein. Ober- und unterhalb oder auch nur unterhalb von ihr schwillt der Zweig je nach seiner Stärke mehr oder weniger an. Die schwachen einjährigen Triebe zeigen keine Anschwellungen, weil sie mit dem Absterben der infizierten Rindenstelle ohne weiteres vertrocknen. An den absterbenden Trieben und Ästen werden die Nadeln naturgemäß rot, bleiben aber lange hängen. Das Krankheitsbild besteht somit im Auftreten abgestorbener, roter Äste und Triebe, gewöhnlich zuerst im Gipfel, später in der ganzen Krone. Nach Morillon[2]) können 20 % des Astwerkes haubarer Bestände verloren gehen. Die Konidienfruchtkörper (Pykniden) des Pilzes treten an den getöteten Rindenstellen als zahlreiche kleine, schwarze Gehäuse hervor.

Wirtschaftliche Bedeutung kommt dem Pilze nicht zu, weil die befallenen Tannen nicht oder vereinzelt nur dann eingehen, wenn sie durch andere Ursachen (Dürre, Frost, Eisanhang usw.) geschwächt sind.

Der Pilz ist in jüngster Zeit im Jura viel aufgetreten und hat hier als „maladie du rouge" stellenweise unberechtigte Befürchtungen hervorgerufen.

In ähnlicher Weise tritt Phoma pithya Sacc. an Weymouthskiefer, Douglasie, Fichte und anderen Nadelhölzern, und zwar zuweilen schon an jungen 2—3jährigen Pflanzen auf. Bei so jugendlichen Individuen zieht das Absterben der Haupt- oder Seitentriebe natürlich leicht den Tod der ganzen Pflanze nach sich.

44. Septoria parasitica R. Htg. (= Ascochyta piniperda Lindau).[3])

Dieser Pilz verursacht das Herabhängen, Absterben und Vertrocknen junger Fichtentriebe (besonders der Seitentriebe). Die Nadeln der befallenen Triebe werden braun,

1) Revue des eaux et forêts 1908, 609. — 2) Prakt. Forstw. f. d. Schw. 1908, 87. — Prillieux et Maublanc: Compt. Rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome 145 (1907), 699. — Henry, E.: das. 725; Revue des eaux et forêts 1907, 673, 705. — 3) Hartig, R.: Ztschr. f. F. u. Jw. 1890, 667; Forstl.-naturw. Ztschr.

hängen schlaff herab, wie wenn sie vom Spätfroste getötet wären und fallen größtenteils ab. An der Basis der Triebe zeigen sich im Laufe des Sommers kleine, kugelige, schwarze Pykniden, in denen fadenförmige Träger Konidien abschnüren. Diese, in weißen Ranken zutage tretend, verbreiten die Krankheit im Mai auf die sich eben entwickelnden Triebe weiter. Auch die Sitkafichte wird befallen.

Nach den neueren Untersuchungen von Reger und Rudolph scheinen mehrere Pilze die gleichen Krankheitssymptome hervorrufen zu können.

Man hat die Krankheit namentlich an jungen Fichten (in Pflanzgärten, Kulturen usw.) beobachtet. Der Pilz befällt aber auch die Gipfel von Stangenhölzern und kann unter Umständen nesterweises Absterben veranlassen, wie im städtischen Revier Ehrenfriedersdorf (Sachsen) beobachtet wurde. In diesem 288 ha großen Revier sollen dem Pilze in der Zeit von 1897—1904 2638 fm zum Opfer gefallen sein.

Bekämpfung: Aushieb der erkrankten Bäume, verbunden mit Entfernung kranker Äste und Gipfel.

45. Hendersonia acicola Münch. u. v. Tub.

Der von Münch und v. Tubeuf[1]) im Jahre 1909 an ganz verschiedenen Orten Deutschlands beobachtete Pilz befällt die jungen Nadeln 6—25 jähriger Kiefern. Die erkrankten Nadeln verfärben sich im Juli oder August von der Spitze herein und fallen im Winter größtenteils ab. Schon vorher aber bilden sich an ihnen die Pykniden des Pilzes aus. Lagerberg[2]) vermutet, daß eine von ihm in Schweden an Kiefern jeden Alters, namentlich aber in 10—30 jährigen Kiefern beobachtete, auf Hypodermella sulcigena zurückgeführte Nadelkrankheit mit der von v. Tubeuf und Münch beschriebenen identisch ist.

Abteilung Melanconiales.

Konidienlager flach, ohne besondere Randhülle, bald an der Oberfläche, bald im Inneren der dann später aufreißenden Gewebe entstehend.

46. Pestalozzia Hartigii v. Tub.[3])

Der nach der zeitherigen Annahme parasitäre Pilz befällt junge Pflanzen aller Holzarten und verursacht, ähnlich wie Phoma abietina (s. dort), eine Einschnürungskrankheit. Dadurch, daß an der dicht über dem Boden gelegenen Infektionsstelle die Rinde eintrocknet, entsteht an dieser Stelle eine Einschnürung, die um so stärker hervortritt, je dicker infolge Stauung des absteigenden Saftstromes der oberhalb der Infektionsstelle gelegene Teil des Stämmchens anschwillt. An der eingeschrumpften Rindenstelle, sowie in dem darunter befindlichen Holzkörper findet man das Myzel des Pilzes und bald auch die Konidienpolster mit höchst charakteristischen, gestielten, an der Spitze mit fädigen Anhängseln versehenen, vierzelligen Sporen, deren mittlere Zellen dunkel gefärbt sind.

Die infizierten Pflanzen werden gelb und sterben ab, sobald es sich um Nadelhölzer handelt. Laubholzpflanzen vermögen unter günstigen Verhältnissen die Krankheit dadurch zu überwinden, daß sich neue Ausschläge unterhalb der Einschnürungsstelle oder Adventivwurzeln an der über dem Trockengürtel gelegenen Anschwellung bilden. Die von P. Hartigii hervorgerufene Krankheit wird deshalb auf Laubholzbeeten im allgemeinen weniger gefährlich als in Nadelholzkämpen.

1893, 357. — Rudolph: das. 1898, 265; Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1912, 411. — Reger: Thar. Jhrb. 1910, 145.

1) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 39; 1911, 20. — 2) Mittlgn. a. d. forstl. Versuchsw. Schwedens, Hft. 7 (1910), 127. — 3) v. Tubeuf, Beiträge z. Kenntn. d. Baumkrankh. Berlin 1888, 40.

Im Bayrischen Wald und in den Alpen ist der Pilz mehrfach an ein- bis mehrjährigen Fichten aufgetreten; auch Pfizenmayer[1]) erwähnt einen Fall, bei dem 8000 verschulte Fichten vernichtet wurden. Bei Münden wurde P. Hartigii an Weißtanne beobachtet, desgleichen in Schweden.[2]) An anderen Orten ist er an Buche, Esche, Ahorn, Ulme, Erle usw. gefunden worden.[3])

R. Hartig[4]) beschrieb diese Krankheit bereits 1883, hielt sie aber damals für eine Folge von Glatteisbildung und einer hierdurch herbeigeführten Quetschung der Kambialschicht. Die nach unserer Meinung richtige Ansicht, daß nicht ein Pilz, sondern eine äußere Einwirkung die Einschnürungskrankheit verursacht, wird neuerdings auch von Münch[5]) vertreten. Münch hält die Einschnürungskrankheit für eine Folge von Überhitzung des Bodens und mißt P. Hartigii, ebenso wie dem weiter unten genannten angeblichen Keimlingsschädling Fusoma Pini Htg., nur die Bedeutung eines Saprophyten zu, der erst nach dem Absterben des Gewebes an den Einschnürungsstellen eindringt.

Bekämpfung nur durch Ausreißen und Verbrennen der erkrankten Pflanzen möglich.

47. Pestalozzia funerea Desm.

Schadet in ähnlicher Weise an Cupressinen (Chamaecyparis, Juniperus) und anderen Koniferen und befällt unter Umständen auch ältere Pflanzen. In der Regel zeigt sich an der über der Einschnürungsstelle sich bildenden Anschwellung Harzfluß.

Abteilung Hyphomycetes.

Konidienträger nicht in geschlossenen Fruchtkörpern oder besonderen Lagern, sondern entweder einzeln oder mehr weniger rasenartig zusammenstehend; im letzteren Falle aber sind die Konidienträgerrasen von keiner besonderen Hülle umgeben.

48. Fusoma Pini H. Htg. = Fusarium blasticola Rostr.

Der Pilz ist ein bisweilen gefährlich auftretender Feind der Nadelholzkeimlinge und befällt gelegentlich auch Laubholzsämlinge (Erlen, Birke). Die erkrankten Pflänzchen werden welk, zeigen am hypokotylen Glied, namentlich dicht am Boden, dunkle Flecken und fallen um. Bei nassem Wetter wächst ein grauweißes Myzel aus den Pflanzen hervor, das die Krankheit durch Infektion benachbarter Keimlinge, sowie durch Erzeugung zahlreicher sichelförmig gekrümmter, mehrkammeriger Sporen weiter ausbreitet. Äußerlich erinnert das Krankheitsbild somit sehr an das Auftreten von Phytophthora omnivora (S. 177).

Wie schon bei Pestalozzia Hartigii erwähnt, stimmen wir aber der Ansicht Münchs bei, daß der Pilz im allgemeinen nicht Ursache, sondern Folge des Todes der Keimlinge ist und daß das Umfallen und Abwelken der Pflänzchen durch starke Erwärmung der obersten Bodenschicht herbeigeführt wird.

Neben den einheimischen Nadelhölzern werden nach den im Tharandter Forstgarten gesammelten Erfahrungen[6]) besonders leicht ausländische Koniferen, namentlich Abies concolor, angegangen. Die einheimische Fichte leidet viel weniger als Picea pungens, sitchensis und andere fremde Arten.

Bekämpfung: In Kämpen, in denen die Keimlingskrankheit aufgetreten ist, empfiehlt sich:

1. Sterilisieren des Bodens durch Abbrennen von trockenem Reisig auf den zur Aussaat fertig gemachten Beeten.

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1902, 38. — 2) Mittlgn. a. d. forstl. Versuchsw. Schwedens, Hft. 8 (1911), 95. — 3) Neger: Thar. Jhrb. 1906, 59. — 4) Allg. F. u. J.-Ztg. 1883, 406. — 5) Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1913, 557. — 6) Büttner, G.: Mittlgn. d. deutsch. dendrolog. Gesellsch. 1903, 81; 1906, 232. — Neger u. Büttner: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1907, 204.

2. Verwendung erkrankter Beete als Pflanzbeete.

3. Beim Auftreten der Krankheit sind alle die Verdunstung hindernden Einrichtungen (Saatgitter, Deckreisig) von den befallenen Beeten zu entfernen, die erkrankten Pflanzen aber durch Übererden bzw. Verbrennen unschädlich zu machen.

49. Cercospora acerina R. Htg.

An Ahornkeimlingen tritt in regenreichen Jahren hin und wieder ein Pilz auf, dessen in den Kotyledonen, Primordialblättern und Triebachsen lebendes Myzel schwarze Flecken, im weiteren Verlaufe der Krankheit Faulen der Blätter und Eingehen des Pflänzchens veranlaßt. Die aus den erkrankten Teilen zahlreich herauswachsenden Konidienträger erzeugen büschelweise lange, pfriemenförmige Konidien und bewirken, daß die kranken Blätter mit einem grauen Überzug bedeckt erscheinen.

Viertes Buch.

Schutz gegen atmosphärische Einwirkungen.

Vom jüngsten Alter an bis zur Haubarkeit sind die Holzbestände der Einwirkung der verschiedenen Witterungserscheinungen ausgesetzt und werden durch sie in ihrer Entwickelung bald begünstigt, bald in der mannigfaltigsten Weise beeinträchtigt. Der Wirtschafter steht dem Eintritt und Verlauf der Witterungsvorgänge vollständig machtlos gegenüber, er kann ihr Kommen höchstens voraussagen, aber nicht verhindern. Bekämpfungsmaßregeln gibt es im Forstschutz gegen Witterungserscheinungen nicht, sondern nur Vorbeugungsmittel. Das Ziel der letzteren muß darauf gerichtet sein, Waldverhältnisse zu schaffen, denen die Witterungserscheinungen erfahrungsgemäß gar nicht oder nur in vermindertem Maße nachteilig werden.

Die Naturphänomene schaden keineswegs unter allen Umständen. Es kommt gewöhnlich erst dann zu mehr oder weniger weitgehenden Schädigungen, wenn die einzelne Witterungserscheinung das normale Mittel überschreitet oder wenn die Standorts- und Bestandsverhältnisse oder auch der Entwickelungszustand der Pflanzen ungünstige sind, so daß die Widerstandsfähigkeit der letzteren vorübergehend oder dauernd herabgedrückt ist.

In richtigem Maße und zu richtiger Zeit eintretend, wirken, wie aus den nachstehenden Beispielen hervorgeht, die Naturphänomene auch im Walde nach vielen Richtungen hin nicht nur nützlich, sondern sind teilweise überhaupt unentbehrlich.

Der **Frost** lockert den Boden und macht ihn hierdurch empfänglicher für die Kultur.

Der **Wind** vermittelt die Befruchtung vieler Holzpflanzen durch Übertragen des Pollens, schüttelt den belastenden Schnee, wenn er trocken aufgefallen ist, von den Stämmen und beugt durch diese Tätigkeit vielfach dem Entstehen von Bruchschäden vor.

Der **Regen** spendet das zum Vegetationsprozeß unentbehrliche Wasser.

Der **Schnee** schützt als schlechter Wärmeleiter den Boden gegen Eindringen der Winterkälte, sowie die jungen Holzpflanzen gegen Ausfrieren; er wirkt ausgleichend auf die Bodentemperatur ein und verhindert vorzeitiges Erwachen der Vegetation.

Mit diesen und anderen **günstigen** Wirkungen hat es aber die **Forstschutzlehre nicht** zu tun. Ihre Aufgabe kann nur darin bestehen, den durch die Witterungsphänomene angerichteten **forstlichen Schaden** nach den bedingenden Umständen allseitig zu erörtern und die erprobten **Vorbeugungsmaßregeln** anzugeben.

Die **Größe** der Beschädigungen, welche durch die meteorischen Vorgänge den Waldungen zugefügt werden, hängt, wie schon oben angedeutet wurde, von dem Zusammenwirken verschiedener Umstände ab.

In erster sind Linie der räumliche Umfang und die Intensität des betreffenden Ereignisses maßgebend. Ferner spielen hierbei der Zeitpunkt des Eintrittes, sowie die Witterungsverhältnisse vor, während und nach der Kalamität eine Rolle.

In zweiter Linie kommen die Bestands- und Standortsverhältnisse in Betracht. Holz- und Betriebsart, Vorkommen einer Holzart im reinen oder gemischten Bestande, Alter und Schlußgrad der betroffenen Bestände usw. sind, da die Holzarten und Altersklassen usw. in höchst verschiedenem Grade durch atmosphärische Einwirkungen leiden, von hervorragender Bedeutung. Was die Standortsverhältnisse anlangt, so sind Boden und Lage zunächst insofern von Einfluß auf das Maß des Schadens, als sie die Wachstumsenergie der Holzpflanzen schon von Jugend auf bedingen. Als direkt wirkende Momente kommen aber namentlich in Betracht: die verschiedene chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens, sowie die Meereshöhe und die Exposition der Hänge. Außerdem ist die Beschaffenheit des Bodenüberzuges von Bedeutung.

Da nun in bezug auf das Zusammentreten aller dieser Momente eine große Reihe von Möglichkeiten denkbar ist, so muß auch der Schaden je nach Örtlichkeiten ein sehr verschiedener sein.

Die Lehre von der Entstehung der Fröste, Winde, des Hagels, Schnees usw. wird in die Meteorologie[1]) verwiesen. Die Notwendigkeit gründlicher meteorologischer Kenntnisse für den Forstmann bedarf nach vorstehenden Bemerkungen wohl keiner weiteren Begründung.[2])

Die Beobachtung der Witterungserscheinungen und der hierdurch an den Holzpflanzen und Bäumen hervorgerufenen Schäden hat nicht nur wissenschaftlichen, sondern auch praktischen Wert. Sie sollte daher — wenigstens in einem gewissen Umfange — den Forstbeamten aller Grade zur Pflicht gemacht werden.

Mehr oder weniger vollständige meteorologische und phänologische Beobachtungen sind seitens der Deutschen forstlichen Versuchsanstalten ausgeführt worden.

Von besonderer Wichtigkeit für den „Forstschutz" ist aber eine genaue Buchführung über den Eintritt erheblicher Frost-, Sturm-, Hagel-, Schnee-, Duft- und Eisschäden im Taxationswerk oder in einem besonderen der Bestandesgeschichte gewidmeten Aktenstücke unter erschöpfender Angabe nicht nur des Umfanges und der Größe der angerichteten Beschädigungen, sondern auch aller örtlichen und zeitlichen Momente, welche das Übel begünstigt oder in seiner Wirkung abgeschwächt haben. Es empfiehlt sich, in dieser Chronik auch die mit den angewendeten Schutzmaßregeln gemachten Erfahrungen bzw. erzielten Erfolge niederzulegen. Zweckmäßig kann auch die Markierung der durch Frost- oder Sturm- oder Schneeschäden besonders heimgesuchten Örtlichkeiten auf der Revierkarte durch farbige Umränderung der betreffenden Flächen sein.

Durch Erteilung gleichmäßiger Vorschriften über die Art der Buchung und durch Benutzung eines einheitlichen Schemas würde die Zusammenstellung der in verschiedenen Waldgebieten gemachten Erfahrungen wesentlich erleichtert werden.[3])

---

1) Aus der reichhaltigen Literatur über diese interessante Materie bezeichnen wir als für den Forstwirt besonders geeignet: Mohn, H.: Grundzüge der Meteorologie. 5. Aufl. Berlin 1898. — Klein, Hermann J.: Allg. Witterungskde. usw. 2. Aufl. Leipzig 1905. — Hann, Julius: Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. 3. Aufl. 3 Bde. 1908/11. — Ders.: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1901. 2. Aufl. 1906. — Hornberger, R.: Grundriß der Meteorologie und Klimatologie, letztere mit besonderer Rücksicht auf Forst- und Landwirte. Berlin 1891. — Börnstein, R.: Leitfaden der Wetterkunde. Braunschweig 1901. 3. Aufl. 1913. — 2) Lorenz, Jos. R.: Über Bedeutung und Vertretung der land- und forstwirtschaftlichen Meteorologie. Wien 1877. — 3) Forstl. Bl. N. F. 1872, 154.

Erster Abschnitt.

Schutz gegen Frost.

Seiner räumlichen Ausdehnung nach ist der Frost entweder Landfrost oder Lokalfrost, in bezug auf sein zeitliches Auftreten Früh-(Herbst)frost oder Spät-(Frühjahrs)frost.

Der Winterfrost ist stets Landfrost. Früh- und Spätfröste können sowohl Land-, wie Lokalfröste sein. Die Spätfröste sind im allgemeinen häufiger als die Frühfröste und treffen namentlich die Niederung, während die letzteren mehr den höheren Gebirgslagen eigentümlich sind. Die größere Schädlichkeit der Spätfröste ergibt sich aber nicht bloß aus ihrem häufigeren Auftreten, sondern namentlich aus dem hohen Empfindlichkeitsgrade der Holzpflanzen beim Wiedererwachen der Vegetation. Am verderblichsten sind die Maifröste. Junifröste sind seltener. Die Aprilfröste schaden zumeist weniger als die Maifröste, weil die frostempfindlichen Holzarten um diese Zeit gewöhnlich noch nicht ausgetrieben haben.

Der Frost schadet nach drei verschiedenen Richtunden hin; er bewirkt:

1. das Erfrieren junger Holzpflanzen und zarter Baumteile (Erfriertod);
2. das Auftreten von Frostrissen an Stämmen (Starrfrost);
3. das Ausfrieren junger Pflänzchen (Barfrost).

Erstes Kapitel.

Das Erfrieren.[1])

1. Äußere Erscheinung.

Erfrorene Pflanzen oder Pflanzenteile sind schlaff und welk, hängen herab und kennzeichnen sich äußerlich durch rotbraunes, später schwärzliches Aussehen als abgestorben. Diese Merkmale sind Folgen der aufgehobenen Gewebespannung und eingetretenen Funktionslosigkeit der vom Froste getroffenen Organe.

Die durch Frühfröste zum Absterben gebrachte Belaubung fällt mit geringen Ausnahmen frühzeitig ab, bei manchen Holzarten (Robinie, Holunder usw.) anscheinend unverändert schon in wenigen Tagen.

Der Frosttod tritt, soweit die einheimischen Holzgewächse in Betracht kommen, meist nicht im Winter ein, sondern ist vorwiegend Folge von Spätfrösten, hin und wieder auch von Frühfrösten.

2. Erklärung des Frosttodes.

Das Absterben der Holzpflanzen oder von Teilen derselben infolge zu niedriger Temperatur (Erfrieren) erfolgt in der Regel im Zustande der Kältestarre, d. h. während die Pflanze gefroren ist, in einzelnen Fällen aber erst beim Auftauen und zwar dann stets infolge zu schnellen Auftauens.

1) Kunisch, H.: Üb. d. tödliche Wirkung niederer Temperaturen auf die Pflanzen. Breslau 1880. — Göppert, Heinr.: Üb. d. Gefrieren, Erfrieren der Pflanzen u. Schutzmittel dagegen. Stuttg. 1883.

Den physiologischen Vorgang beim Erfrieren deutet man in verschiedener Weise. Auf der einen Seite (Müller-Thurgau[1]), Molisch[2])) betrachtet man den Frosttod als Folge des mit der Eisbildung verbundenen Wasserentzuges, also als Vertrocknungserscheinung, während andere (R. Hartig, Pfeffer, Sorauer) der Ansicht sind, daß infolge des Gefrierens eines Pflanzenteiles das Protoplasma unter Umständen — bei hinreichenden Kältegraden — eine dauernde und deshalb zum Tode führende Veränderung seiner Struktur durch molekulare Umlagerung erfährt. H. W. Fischer[3]) nimmt neuerdings an, daß die Plasmakolloide beim Gefrieren der Pflanze und zwar dann, wenn die Eisbildung einen bestimmten Grad erreicht hat, eine weitgehende Veränderung ihres Absorptionsvermögens erfahren, so daß sie nicht mehr imstande sind, dieselbe Menge Wasser festzuhalten wie vor dem Gefrieren. Maximow[4]), der sich zuletzt mit der Theorie des Erfrierens beschäftigt hat, deutet die vorerwähnte Veränderung des Protoplasmas aber nicht als Schmälerung des Absorptionsvermögens der Plasmakolloide, sondern hält sie für das Resultat eines übermäßigen Annäherns und Zusammenklebens der Kolloidpartikel beim Gefrieren. Er nimmt an, daß das beim Gefrieren der Pflanze sich bildende Eis nicht nur eine wasserentziehende, sondern auch eine mechanisch-koagulierende Wirkung auf die Plasmakolloide ausübt.

Sobald eine Pflanze gefriert, verlieren die Zellwände einen Teil ihres Wassers und zwar um so mehr, je tiefer die Temperatur des Pflanzenteiles unter den Eispunkt sinkt. Dieses Wasser scheidet sich in Form von Eiskristallen oder Eiskrusten an den Zellwänden und zwar in den parenchymatischen Geweben in den Interzellularräumen und im Holze im Lumen der Zellen ab. Die Zellwand wird mithin, sobald sie den Wasserverlust nicht durch Aufnahme neuen Wassers mit Hilfe der Wurzeln oder aus dem Protoplasma zu decken vermag, wasserärmer. Im Holzkörper ist aus diesem Grunde das Gefrieren mit Schwindungserscheinungen, d. h. mit Volumenverminderung der Gewebe verbunden.

Während solche Schwindungsvorgänge, wenn sie stark und unvermittelt eintreten, bisweilen die Bildung von Frostrissen (s. dort) zur Folge haben, macht sich die durch Kälte herbeigeführte Volumenverminderung des Holzkörpers im allgemeinen nur in einer Abnahme des Schaftdurchmessers bemerkbar. Bei Frösten von kurzer Dauer ist diese Abnahme gering. Länger andauernde Fröste bewirken hingegen ein anfangs zwar langsames, später aber schnell sich verstärkendes Abnehmen des Durchmessers.[5])

Im Rinden- und Blattgewebe ersetzt die Zellwand das von ihr ausgeschiedene und zu Eis gewordene Wasser teilweise durch Aufnahme neuen Wassers aus dem Zellsafte. Dadurch wird dieser wasserärmer und erfährt eine stoffliche Umlagerung, die so weit gehen kann, daß mit ihr der Abschluß der Lebenstätigkeit verbunden ist. Bei welcher Temperatur dieser über Leben und Tod der Zelle entscheidende Grad der Austrocknung und Stoffumlagerung des Protoplasmas eintritt, ist nach Holzart, Pflanzenteil, Entwickelungsstadium, Einzelindividuum usw. verschieden.

Je wasserreicher Pflanzen oder Teile derselben sind, um so leichter erfrieren sie, während wasserarme Organe auch durch sehr niedrige Temperaturen nicht getötet werden.

Von großer Bedeutung ist bei den heimischen Holzgewächsen, ob sich die vom Frost getroffenen Pflanzenteile im Zustande der Winterruhe befinden oder nicht. Während der Winterruhe besitzt das Protoplasma einen nur geringen Grad von Lebenstätigkeit. Unsere Holzpflanzen sind, sobald die kambiale Tätigkeit im Herbst ihren normalen Abschluß gefunden hat, keineswegs frostempfindlich, wenn sie auch steif gefrieren. Nur dann, wenn die gefrorenen Teile unter das für sie noch erträgliche Minimum abgekühlt werden, erfrieren

---

1) Landwirtsch. Jahrbücher 1886, 453. — 2) Üb. das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897. — 3) Gefrieren u. Erfrieren. Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflz. Bd. X. Hft. 2, 133. — 4) Experimentelle u. kritische Untersuchungen üb. d. Gefrieren u. Erfrieren d. Pflanzen Jhrb. f. wiss. Bot. 53. Bd. 1914, 327. — 5) Friedrich: Zbl. f. d. ges. Fw. 1907, 185.

sie. Tritt dieser Fall ein, so vermag die Zellwand dem Druck des Zellsaftes nicht mehr zu widerstehen. Letzterer fließt vielmehr, ohne daß die Zellwandung zerreißt, allmählich aus und zersetzt sich bei Berührung mit der Luft.

Früher nahm man allgemein an, das Erfrieren sei eine Folge der Eisbildung in den Pflanzen. Man glaubte, daß beim Erstarren der gefrierenden Pflanzenteile Gefäße und Zellen von dem zu Eis werdenden Wasser gesprengt würden, ähnlich wie eine Flasche beim Gefrieren des in ihr befindlichen Wassers auseinandergetrieben wird. Diese Annahme ist unzutreffend. Durch die in den Interzellularräumen sich ausscheidenden Eismassen können wohl Spaltenbildungen in den Geweben herbeigeführt werden, nur selten aber werden die Zellen selbst zerrissen. Die erfrorenen Pflanzenteile sehen, da sie ihre Turgeszenz verloren haben, welk aus und vertrocknen bzw. verfaulen schnell.

Da nun, wie schon hervorgehoben wurde, in jedem Falle ein bestimmtes Maß von Abkühlung eingetreten sein muß, ehe die gefrorenen Pflanzenteile in den Zustand des Erfrorenseins gelangen, erklärt sich die Erscheinung, daß das Gefrieren vielen Pflanzen in keiner Weise schadet. Die Abkühlung erreicht bei ihnen eben nur in außergewöhnlichen Fällen das den Frosttod bedeutende Minimum.

Nun kommt es aber vor, daß manche Pflanzen oder Pflanzenteile, namentlich krautartige und weichlaubige, vom Spätfrost getroffene Gewächse bzw. Organe, von ein und demselben Kältegrade in einem Falle getötet, im anderen Falle nicht geschädigt werden. Es ergibt sich hieraus, daß der Frosttod unter Umständen auch dann eintreten kann, wenn die mit der Eisbildung in der Pflanze verbundene Abkühlung das im Einzelfalle tödliche Minimum noch nicht erreicht hat. Die den Frosttod in solchen Fällen herbeiführende Ursache ist zu schnelles Auftauen der erstarrten Pflanze. Die Zellwandungen vermögen die beim raschen Wiederauftauen der Eiskristalle entstehenden Wassermengen nicht oder wenigstens nicht in dem Maße wieder aufzunehmen, wie es beim langsamen Auftauen geschieht. Die in dem wasserarmen Protoplasma durch die Wärme eingeleiteten chemischen Prozesse sind dann nicht die normalen und zerstören anscheinend mehr als sie aufbauen. Möglich ist auch, daß beim raschen Auftauen der die Interzellularräume ausfüllenden Eiskrusten so viel Wärme verbraucht und den benachbarten Geweben entzogen wird, daß eine Abkühlung unter den kritischen, den Frosttod der Zellen umschließenden Kältegrad eintritt.

Ob diese oder jene Vorgänge in der rasch auftauenden Pflanze den Frosttod veranlassen, bedarf noch der näheren Untersuchung. Es besteht jedenfalls die praktisch wichtige Tatsache, daß die im Zustande der Vegetationstätigkeit, also durch Früh- oder Spätfröste gefrierenden Pflanzen und Pflanzenteile bei langsamem Auftauen die Froststarre leichter überwinden als bei schneller Wärmezufuhr. Der Frosttod hängt hier also mit der Art des Auftauens zusammen, während er beim Erfrieren im Winterzustande schon während des Gefrorenseins eintritt.

3. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Der Schaden durch Spät- und Frühfröste besteht an jungen Pflanzen mindestens im Röten, Schlaffwerden, Krümmen[1]) und Absterben der jungen Triebe, unter Umständen sogar in völliger Tötung der betroffenen Individuen; an älteren Holzpflanzen und Bäumen beschränkt er sich auf Verlust von Blättern, jungen Trieben und Blüten.

Auffällige, wenn auch nahezu belanglose Schäden rufen Spätfröste bisweilen an den Blättern von Laubhölzern hervor. Dadurch, daß die Epidermis stellenweise blasenartig vom Mesophyll abgehoben wird, entstehen sog. Frostblasen, z. B. an Blättern der Obstbäume. Wird das Blattfleisch der sich entfaltenden Blätter nur fleckenweise durch den Frost getötet, so erfolgt bei der weiteren Streckung eine Zerreißung der toten Teile, so daß das ausgewachsene Blatt dann zerschlitzt erscheint. Diese, vielleicht unter Mitwirkung von Wind

1) Lommatzsch, W.: Thar. Jhrb. 1896, 223.

zustande kommende merkwürdige Frosterscheinung ist namentlich an Roßkastanienblättern beobachtet worden.[1])

Die Folgen der durch Spät- und Frühfröste herbeigeführten Abtötungen von Trieben, Blättern und Blüten sind Störungen im Wuchse (namentlich im Höhenwuchse), Verkrüppelungen, Zuwachsverluste und Schmälerung oder sogar vollständige Vernichtung der Fruchternte. Durch den Nichteintritt eines in Sicht gewesenen Samenjahres wird der Forstbetrieb namentlich da gestört, wo Verjüngung auf natürlichem Wege die Regel bildet. Frühfröste schaden auch durch Verhinderung des vollständigen Ausreifens des Holzes. Durch frühzeitigen Abfall des Laubes im Herbst erleiden die Waldbäume weiterhin einen Verlust an Kali und Phosphorsäure, weil diese wertvollen Stoffe noch nicht vollständig in den Stamm zurückgewandert sind. Noch größer ist dieser Verlust beim Erfrieren des eben entfalteten Laubes im Frühjahr. Auf Hirnscheiben offenbaren sich Frostjahre durch schmale Jahresringe.[2]) Hatte die kambiale Tätigkeit beim Eintritt des Spätfrostes bereits begonnen, so entwickelt sich mitunter ein neuer zweiter Ring (Froftring), so daß also ein Doppelring auftritt, wie an 2—6jährigen Kiefern, Fichten, Lärchen und Zypressen beobachtet worden ist.[3]) Außerdem können durch starken Spätfrost an manchen Laubhölzern krebsartige Erscheinungen hervorgerufen werden (s. Frostkrebs).

Die physiologische Wirkung der Winterkälte besteht zunächst in Tötung der noch nicht vollständig ausgereiften, von den Frühfrösten verschont gebliebenen Baumteile. Hierdurch leiden hauptsächlich die Johannistriebe unserer Waldbäume (Eiche), sowie die Frühjahrstriebe solcher Holzgewächse, die in unserem Klima nicht die nötige Wärmesumme zur vollen Entwickelung finden (Robinie, Maulbeerbaum, Gleditschie usw.). Weiter schadet die Winterkälte gelegentlich jungen Laubhölzern in schneelosen Wintern durch Erfrieren der Wurzeln. In den weniger als die oberirdischen Achsenteile geschützten Wurzeln hört die kambiale Tätigkeit oft erst im Winter auf, so daß eine in den Boden eindringende intensive Kälte solchen wenig widerstandsfähigen Wurzeln leicht verhängnisvoll werden kann. An Nadelhölzern bewirkt die Kälte in schneearmen Wintern, besonders aber in der Übergangszeit vom Winter zum Frühling, an den jüngsten Trieben zuweilen Nadelverluste, die nach der zeitherigen Anschauung auf erhöhten Wasserentzug und mangelnden Ersatz des unter Mitwirkung von Sonne und austrocknenden Winden verdunsteten Wassers zurückgeführt wurden. Man bezeichnet diese namentlich in Fichtenkulturen und an Südrändern von Fichtenbeständen hin und wieder zu größeren Abgängen führende Erscheinung als Frosttrocknis. Nach Neger (Thar. Jhrb. 1915, 201) ist die ebengenannte Erklärung der auffälligen Absterbeerscheinung der Nadeln nicht zutreffend. Seine Versuche weisen vielmehr darauf hin, daß die Frosttrocknis nichts anderes ist, als eine Spätfrostwirkung auf die schon zur Assimilationstätigkeit erwachten überwinterten Nadeln.

Von der mechanischen Wirkung der Winterkälte wird im folgenden Kapitel die Rede sein.

---

1) Mittlgn. d. Deutsch. Dendrol. Gesellsch. 1903, 10. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1904, 293. — 2) Ratzeburg: Forstl. Bl. 14. Hft. 1867, 170. — 3) Hartig, Rob.: Forstl.-naturw. Ztschr. 1895, 1.

B. Nach bedingenden Momenten.[1])

Solche sind: Holzart, Entwickelungszustand, Baumteil, Holzalter, Ausheilungsvermögen, Betriebsart, Bestandsschluß, Standort, Bodenüberzug, Witterung.

a) Holzart.

Die Laubhölzer sind im allgemeinen frostempfindlicher als die Nadelhölzer. Hierbei ist vorausgesetzt, daß sich die Holzarten auf den natürlichen, also klimatisch zusagenden Standorten befinden. Trifft das nicht zu, so hängt sowohl bei den Laub-, wie bei den Nadelhölzern das Verhalten gegen Frost wesentlich davon ab, ob der ursprüngliche Standort der in Frage kommenden Holzart wärmer oder kälter ist als der, auf welchen sie verpflanzt wurde.

Holzarten, die aus wärmerem Standort in ein kühleres Klima verbracht worden sind, leiden durch Früh- und durch Winterfrost mehr als die aus nördlicheren oder höheren Lagen stammenden Provenienzen. Die ihnen auf dem kühleren Standort zur Verfügung stehende geringere Sommerwärme verzögert den Vegetationsabschluß, so daß die ersten Herbstfröste noch auf vegetative Tätigkeit und unfertige Gewebe treffen. Gegenüber der Spätfrostgefahr sind die aus einem wärmeren in ein kälteres Klima versetzten Holzarten besser gestellt, da die ihnen im Frühjahr gebotene geringere Wärmesumme die vegetative Tätigkeit unter Umständen so lange zurückhält, bis alle Spätfröste vorüber sind. Das Umgekehrte zeigt sich bei den aus nördlichen oder aus hohen Gebirgslagen in wärmere bzw. tiefere Lagen verbrachten Pflanzen. Bei ihnen steigert sich die Spätfrostgefahr, weil sie auf das wärmere Klima mit früherem Vegetationsbeginn reagieren. Sie werden infolgedessen von jedem Temperaturrückschlag mehr oder weniger getroffen. Durch Früh- und Winterfröste leiden sie hingegen weniger, weil der im wärmeren Klima verlängerte Sommer und die weniger zeitig eintretenden Herbstfröste den Vegetationsabschluß begünstigen. In gleichem Maße vermindern die im wärmeren Klima meist weniger tiefen Kältegrade die Gefährdung durch Winterfrost.

Schon aus den vorstehenden Betrachtungen geht hervor, daß eine Klassifizierung der verschiedenen Holzarten nach ihrer Frostempfindlichkeit keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit erheben, sondern nur im allgemeinen und eigentlich nur unter Zugrundelegung bestimmter Örtlichkeiten vorgenommen werden kann. Weiter ist zu beachten, daß die Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschiedenen Frostarten nicht die gleiche ist, so daß die vielfach übliche Einteilung der Holzarten nach der Frosthärte schlechthin noch mit Fehlerquellen anderer Art behaftet ist.

Für die einheimischen Holzgewächse sind die Spätfröste am beachtenswertesten. Trotzdem ihre Wirkung auf die Pflanzenwelt mehr als es bei den Früh- und Winterfrösten der Fall ist, vom Standort beeinflußt wird, lassen sich die Holzarten bezüglich ihres Verhaltens gegen Frühjahrs- und Sommerfröste in die nachstehend genannten Gruppen einteilen.[2])

Die Gruppen selbst werden von den verschiedenen Beobachtern nicht ganz gleichmäßig zusammengesetzt. Das ist auch erklärlich. Wie bei allen derartigen Gruppierungen herrscht hinsichtlich der Zuteilung der einzelnen Holzarten zu dieser oder jener Gruppe im allgemeinen nur dann Übereinstimmung, wenn es sich um ausgesprochene Zugehörigkeit zu einer

1) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1898, 389. — 2) Ders.: a. a. O.

der Außengruppen handelt. Über die Zugehörigkeit der an der Grenze zweier Gruppen stehenden Holzarten zur mittleren oder zu der jeweils in Frage kommenden Außengruppe bestehen vielfach Meinungsverschiedenheiten.

1. Gruppe. Stark frostempfindliche Holzarten. Esche, Edelkastanie, Walnuß, Buche, Stiel-, Trauben-, Zerreiche, Platane, Robinie, Maulbeerbaum, Carya-Arten, Ailanthus, Catalpa. — Tanne, Fichte, Sitkafichte, Douglasie.

Die Stieleiche ist etwas empfindlicher als die Traubeneiche. Die Robinie leidet durch Frühfröste in noch stärkerem Maße als durch Spätfröste.

2. Gruppe. Mäßig frostempfindliche Holzarten. Berg- und Spitzahorn, Zuckerahorn, kalifornischer Ahorn, Roteiche, amerikanische Esche, Linde, Hanfweide — Lärche, japanische Lärche, Nordmannstanne.

3. Gruppe. Wenig frostempfindliche (spätfrostharte) Holzarten. Hornbaum, Erlen (besonders Weißerle), Birken, Ulmen, Aspe, Eberesche, Hirschholunder, Weiden, ausschließlich Hanfweide, Roßkastanie, Hasel, Weißdorn — gemeine Kiefer, Schwarzkiefer, Zirbelkiefer, Bergkiefer, Weymouthskiefer, Bankskiefer, Stechfichte, nordamerikanische Weißfichte, Picea rubra, Engelmanni, orientalis, Lawsons Scheinzypresse, Riesenlebensbaum, Wacholder, virginischer Wacholder.

Chamaecyparis und Thuja sind in den ersten 4—5 Jahren mäßig frostempfindlich.

Bei sehr starken oder besonders spät auftretenden Spätfrösten und in Frostlagen (feuchte Mulden) können aber auch frostharte Holzarten, z. B. Kiefer [1]), Erlen [2]), Birken im jugendlichen Zustande so empfindlich leiden, daß ihre letzten Triebe sämtlich oder wenigstens zum Teil erfrieren, wodurch im günstigsten Fall Nadelverfärbungen oder unliebsame Krümmungen entstehen.

Wie schon aus dem Verzeichnis der in die 3. Gruppe gehörigen Holzarten hervorgeht, sind die frühzeitig austreibenden Arten (Birke, Erle, Salweide, Lärche u. a.) mehr oder weniger frosthart, während die empfindlichen Holzgewächse erst später zur Entfaltung gelangen.

Ordnet man die Holzarten nach ihrer Empfindlichkeit gegenüber Früh- und Winterfrösten [3]), so ergeben sich folgende Gruppen:

1. Gruppe. Stark frostempfindliche Holzarten.

Juglans, Magnolie, Edelkastanie, Platane, Robinie, manche Obstbäume (besonders Aprikosen-, Pfirsich-, Quitten-, auch Kirschbaum). — Seestrandskiefer, korsische Schwarzkiefer, Wellingtonie, Cryptomeria, virginischer Wacholder.

Aprikosen- und Pfirsichbäume erfrieren bei —26 bis 30° C., Walnuß bei —30 bis 32° C., Kirschbaum bei —31 bis 32° C.

Die Robinie verliert bei uns, da ihr die hier gebotene Wärme zum Abschluß ihrer Vegetation nicht genügt, alljährlich durch Früh- und Winterfröste mehr oder weniger lange Stücke ihrer letzten Jahrestriebe.

2. Gruppe. Mäßig frostempfindliche Holzarten.

---

1) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1880, 576. — Hartig, R.: Forstl.-naturw. Ztschr. 1892, 85. — Hoffmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1895, 87. — Dengler: das. 1910, 670. — 2) Augst: Forstw. Zbl. 1903, 266. — 3) Zu erneuten Beobachtungen in dieser Hinsicht gaben namentlich die kalten Winter 1879/80 und 1892/93 Gelegenheit; vgl. u. a. Baudisch: Zbl. f. d. ges. Fw. 1880, 208. — F. A. Z.: das. 1880, 241. — Das. 1881, 138. — von Rath: Ztschr. f. F. u. Jw. 1880, 539. — Booth: das. 1881, 7. — Kienitz: das. 1881, 253. — Hellwig: das. 1884, 273. — Borggreve: Forstl. Bl. N. F. 1880, 265. — Zabel: das. 1880, 291. — Das. 1880, 293. — v. Etzel: Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 244. — Hoffmann: das. 1880, 346; 1881, 160. — Hupfauf: Forstw. Zbl. 1880, 263. — Fürst u. Prantl: das. 1880, 476. — Eßlinger: das. 1880, 548. — v. B.: das. 1881, 292. — Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1894, 451. — N. forstl. Bl. 1903, 17.

Stiel- und Traubeneiche[1]), Esche, Ulme, Buche. — Tanne, Lawsonszypresse, Riesenlebensbaum, Douglasie, Hemlockstanne.

3. Gruppe. Wenig frostempfindliche (frostharte) Holzarten.

Ahorne, Roßkastanie, Linde, Aspe, Pappeln, Weiden, Hornbaum, Birken, Erlen, Sorbus-Arten, Hasel. — Fichte, Sitkafichte, Weißfichte, Kiefer, Schwarzkiefer, Arve, Krummholzkiefer, Weymouthskiefer[2]), Bankskiefer, Lärche, japanische Lärche, Wacholder.

Unter den Pappelarten ist die Pyramidenpappel am wenigsten frosthart. Unter den Sorbus-Arten scheint die Elsbeere am empfindlichsten zu sein. Die Weymouthskiefer treibt im Spätsommer gern zum zweitenmal aus; diese Johannistriebe erfrieren dann leicht im Herbst oder Winter.

b) Entwickelungszustand.

Die Frostempfindlichkeit sämtlicher Holzarten ist, wie schon oben erwähnt wurde, während der Zeit der vegetativen Tätigkeit ungleich größer als nach Abschluß derselben. Ihren Höhepunkt erreicht sie kurz nach Beginn der Wuchsperiode, während der Knospenentfaltung. Daher die Gefährlichkeit der Spätfröste, deren mehr oder weniger schädliches Vorübergehen wesentlich davon abhängt, in welchem Entwickelungsstadium die neuen Triebe vom Frost getroffen werden. Haben sich die Maitriebe bereits gestreckt, so sind in vielen Fällen nur Triebkrümmungen Folge der Frostwirkung. Überrascht der Frost die Bäume aber im Moment der Knospenentfaltung, so genügt oft schon eine nur geringe Erniedrigung der Temperatur unter Null, um die neuen Triebe ganz oder doch an ihren äußersten Enden zu töten.

A. Winkler[3]) hat neuerdings festgestellt, daß während der Wachstumsperiode der Todespunkt der frisch angelegten Knospen und Blätter unserer Laub- und Nadelhölzer zwischen —3 bis —5° C. liegt. Auch die Widerstandsfähigkeit des Holzes, der Rinde, der schlafenden Augen usw. sinkt im Sommer auf —8 bis —10° C., während im Winter 20° C. Kälte, bei langsamem Abkühlen auch Temperaturen unter —30° C. von den einheimischen Holzarten fast ohne Ausnahme ausgehalten werden.

Die Laubhölzer pflegen am meisten zu leiden, wenn ihre eben entfalteten, bis zu $^1/_3$ oder $^1/_2$ der normalen Größe entwickelten Blätter einer Temperatur unter Null ausgesetzt werden. Bei den Nadelhölzern erfrieren die eben entwickelten jungen Nadeln am leichtesten, solange sie von dem zunächst nur mehr wässerigen, eine sehr verdünnte Mineralstofflösung darstellenden Zellsaft erfüllt sind. Jene Nadelhölzer, die ihre Vegetation mit einer Kurztriebbegrünung einleiten (Lärchen), sind nach Mayr[4]) am empfindlichsten, wenn der Längstrieb einsetzt.

Vegetationsbeginn und Schnelligkeit der Entwickelung hängen aber nicht allein von der Holzart ab, sondern werden bekanntlich von den Standortsverhältnissen, von der jeweiligen Jahreswitterung und schließlich auch von der Individualität des einzelnen Baumes wesentlich beeinflußt. Infolgedessen sind die Wirkungen gleich intensiver Spätfröste örtlich und zeitlich durchaus verschieden.

Welchen Einfluß der Entwickelungszustand auf die Frostwirkung hat, zeigt sich namentlich beim Vergleiche der Buche mit der Eiche. Beide Holzarten sind gleich empfind-

1) Borggreve: Allg. F. u. J.-Ztg. 1870, 409. — 2) v. Falkenstein: das. 1896, 342. — 3) Jahrb. f. wiss. Bot. 52. Bd. 1913, 467. — 4) Waldbau auf naturgesetzl. Grundlage. Berlin 1909, 83.

lich; man sieht aber die Eiche meist seltener durch Frost beschädigt als die Buche, und zwar nur deshalb, weil sie später austreibt. Ihre kürzere Vegetationszeit schützt sie. Die größere Frostempfindlichkeit der Stieleiche gegenüber der Traubeneiche dürfte wohl weniger mit der Art an sich, als mit dem Vorkommen der Stieleiche in den durch Frost mehr gefährdeten Lagen (Niederungen) zusammenhängen.

c) Baumteil.

Im engsten Zusammenhange mit der Bedeutung, die dem Entwickelungszustand der Pflanzen im Zeitpunkt der Frosteinwirkung hinsichtlich der Höhe des Frostschadens zukommt, stehen Art und Zahl der beschädigten Baumteile.

Am leichtesten erfrieren außer den eben in der Entfaltung begriffenen Blättern und jungen Trieben die Blüten und einzelne Blütenteile (Stempel). Nur bei einigen frostharten Holzarten (Weiden, Pappeln, Hasel, Erle) widerstehen auch die letzteren stärkeren Kältegraden. Vollständig entwickeltes Laub ist weniger empfindlich. Knospen und verholzte Triebe der einheimischen Holzarten erfrieren nur bei außergewöhnlich tiefen Winterfrösten. Um so mehr gefährdet sind, wie schon hervorgehoben wurde, Johannistriebe und unausgereifte Frühjahrstriebe eingeführter Holzarten; sie leiden durch Früh- und Winterfröste in gleicher Weise wie es die Wurzeln junger Laubhölzer hin und wieder bei intensivem Barfrost tun.

An Fichte und Douglasie führt abnorm warme, vor dem Austreiben der Knospen eintretende Witterung mit nachfolgender Kälte unter Umständen zur Rötung, Vertrocknung und zum Abfall der vorjährigen, durch frühzeitigeres Erwachen des Lebens empfindlicheren Nadeln (Frosttrocknis s. S. 253).

An vom Spätfrost heimgesuchten Tannen erfrieren oftmals nur die Seitentriebe, oder diese mehr als der Gipfeltrieb, weil die Mittelknospe etwas später auszutreiben pflegt als die Seitenknospen.

d) Holzalter.

Das gefährlichste Alter ist die Jugendperiode, zumal das Stadium der Keimung. Eine einzige Frostnacht um diese Zeit vernichtet oft mit einem Schlag alle Mühen und Hoffnungen des Holzzüchters. Die Hauptgefahr dauert so lange, bis die jungen Wüchse der örtlichen Frosthöhe entwachsen sind. In Einsenkungen, Tallagen oder an anderen Örtlichkeiten, wo die abgekühlte Luft nicht abfließen kann, erkennt man die Frosthöhe an den Nebelschwaden, die in kühlen Nächten scharf begrenzt über dem Boden zu lagern pflegen. Die in dieser Nebelschicht stockenden Pflanzen erfrieren, sobald sich die Nebelschicht unter Null abkühlt.

Da die Frosthöhe mit den Terrainverhältnissen, der Bodenfeuchtigkeit, dem Bodenüberzuge usw. wechselt, läßt sich eine Altersgrenze der größten Empfindlichkeit für jede einzelne Holzart in Zahlen nicht wohl angeben. Am günstigsten verhalten sich raschwüchsige Holzarten in freien, hügeligen Lagen; am ungünstigsten liegen die Verhältnisse für zarte, langsamwüchsige Holzgewächse in der Niederung. Erst dann, wenn der Baum höher geworden und damit in wärmere, weniger extreme Luftschichten hineingewachsen ist, schwindet bzw. vermindert sich seine Empfindlichkeit gegen Spät- und Frühfröste.

Bei Landfrösten und starken Kältegraden erfrieren auch die Blätter und Triebe des höheren Holzes.

Im Reviere Roth (Oberschwaben) erfroren z. B. in der Nacht vom 12. zum 13. Juni 1865 die jüngsten Triebe in bis 30jährigen Fichtenbeständen.[1])

1) Ihrig: Allg. F. u. J.-Ztg. 1866, 325.

e) Ausheilungsvermögen.

Je leichter die Pflanze imstande ist, die durch den Frost verloren gegangenen Organe zu ersetzen, umso geringer ist naturgemäß der Schaden. Nadelhölzer leiden daher stets mehr als Laubhölzer; unter den ersteren wird es nur der Lärche möglich, sich vollständig neu zu begrünen, wenn die während der Knospenentfaltung sehr empfindliche Benadelung ihrer Kurztriebe durch Spätfrost getötet wird.

Unter den Laubhölzern befindet sich die Eiche in bezug auf Ersatz der erfrorenen Frühjahrstriebe in günstigeren Verhältnissen als wie die Buche. Bei erfrorener Spitze entwickelt sie aus unteren Seitenknospen neue Triebe; bei der Buche ist dies in der Regel nicht der Fall. Erfrorene Blätter werden bei der Eiche leicht durch neue ersetzt, bei der Buche nicht. Die Holzbildung wird daher bei der Eiche durch Spätfröste weniger beeinträchtigt als bei der Buche.

Die Art und Weise, wie die Bäume die durch Frost verlorenen Frühjahrstriebe wieder ersetzen, ist nach den Holzarten verschieden.[1]) Bei nur teilweiser Zerstörung der Blattorgane werden die verschont gebliebenen Blätter infolge besserer Ernährung kräftiger und dunkelgrüner. Bei allen stärkeren Verletzungen treiben manche Holzarten Ersatzsprosse aus den in den Blattachseln kräftig ernährter Zweige angelegten Beiknospen aus. Zumeist aber entwickeln sich die schlafenden Augen (Proventivknospen) der vorjährigen Triebe. Auch die Nadelhölzer pflegen einen Teil der erfrorenen Triebe durch Austreiben schlafender Augen zu ersetzen. Vereinzelt bilden sie auch an der Basis des Jahrestriebes in den Achseln bisher knospenloser Schuppen neue Knospenanlagen aus.

In vielen Fällen unterscheiden sich die Ersatzblätter von den Normalblättern durch geringere Größe oder zartere Textur; bei Buche z. B. sind sie meist dünnfleischiger, kürzer und mehr wellig behaart.

f) Betriebsart.

Niederwaldungen leiden unter sonst gleichen Umständen mehr durch Frost als Hochwaldungen, zumal bei kurzen Umtrieben, weil die meist gefährdete Jugendperiode binnen eines gleichgroßen Zeitraumes hier häufiger wiederkehrt. Es kommt hinzu, daß die Ausschläge bei etwas verspätetem Hiebe wegen verkürzter Vegetationszeit nicht ordentlich verholzen, mithin auch leichter von etwaigen Frühfrösten getroffen werden.

Unter den verschiedenen Hochwaldformen verhalten sich Plenter-, Schirmschlag-, Plenterschlagbetrieb infolge des Schutzes, welchen die Mutterbäume dem jungen Nachwuchse gewähren, günstiger als die Kahlschlagwälder. Die Mutterbäume der natürlichen Verjüngungen bzw. die Schirmbäume der künstlich unterbauten Bestände sorgen für Verminderung der Wärmeausstrahlung bei Nacht, verhindern am Morgen die Einwirkung der Sonne auf den Jungwuchs und halten sowohl das Entstehen eines froststeigernden Graswuchses, wie auch die rasche Entwickelung der jungen Triebe im Frühjahr zurück. Andererseits kranken die Naturverjüngungen daran, daß die der Frostgefahr wegen lange Zeit unter Schirmschutz gehaltenen Jungwüchse im Zuwachs zurückbleiben und nicht mit der im Lichtstande möglichen Schnelligkeit über die Frosthöhe hinauswachsen. Die Frostperiode wird hierdurch in unliebsamer Weise verlängert. Auch verzärtelt der Jungwuchs unter langem Schirmstand und läuft bei schneller Räumung der Mutterbäume Gefahr, durch bald nach der Freistellung eintretende Fröste in weitgehender Weise beschädigt zu werden.[2])

1) Potonie: Sitzungsber. d. bot. Vereins d. Prov. Brandenburg 1880, 81. — 2) Fürst: Allg. F. u. J.-Ztg. 1875, 34.

Seitenschutz des Jungwuchses durch hohes Holz empfiehlt sich deshalb mehr als Schirmschutz. Auch der Seitenschutz bietet keine unbedingte Gewähr für Ausbleiben der Frostschäden. Die Vorwuchshorste des hauptsächlich auf Seitenschutzverjüngung hinauslaufenden bayerischen Plenterschlagverfahrens mögen z. B. hin und wieder tatsächlich durch Hemmung des Luftzuges der Frostlochbildung Vorschub leisten[1]), im allgemeinen aber lehrt die Erfahrung, daß in den Frostlagen jede Seitenschutz gewährende Bestockung dem Fußfassen neuer Individuen zu Hilfe kommt.

g) Bestandesschluß.

In vollkommen geschlossenen Beständen ist der Frostschaden infolge Milderung der Temperaturextreme geringer als in lückigen Orten. Ungehinderte, starke Wärmeausstrahlung und Mangel an Luftzug begünstigen in Bruchlöchern, auf Fehlstellen und Blößen das Entstehen von Frostschäden. Von höheren Beständen umgebene Kulturen werden sehr häufig von Frösten heimgesucht. Aber auch auf den freiliegenden Kulturen der Kahlschlagwirtschaft fehlt es in manchen Gebieten nicht an Frostschäden größten Umfanges. Die Reviere der deutschen Mittelgebirge leiden unter den Einwirkungen der vom Kahlschlagbetrieb stellenweise großgezüchteten Lokalfröste in mehr oder minder weitgehender Weise. In manchen Kahlschlagrevieren der höheren Gebirgslagen ist der Kampf mit dem Frost zur ebenso wichtigen wie kostspieligen und ermüdenden Hauptaufgabe des Wirtschafters geworden.

h) Standort.

Den Frostschäden sind besonders ausgesetzt:

1. Feuchte, vertiefte Lagen mit stagnierender Luft, z. B. enge, geschlossene, gekrümmte Täler, zumal wenn sie wasserreich sind, Niederungen, Mulden, kleine kesselartige Bodeneinsenkungen. Man bezeichnet derartige Örtlichkeiten als Frostlöcher oder Frostlagen. Sie kennzeichnen sich gewöhnlich durch reichlichere Ansiedelung frostharter Holzarten (Hornbaum, Aspe, Birke), krüppelhaften Wuchs und reichen Flechtenüberzug an den Stämmen.

In den Frostlagen sinkt die Temperatur unter den Nullpunkt, während sie zur selben Zeit an anderen Orten noch über Null steht. Vorhandensein hinreichender, oft übermäßiger Bodenfeuchtigkeit, üppiger Graswuchs, starke, durch Besonnung gesteigerte Verdunstung und Fehlen von Lufterneuerung infolge von Windstille oder infolge eines vorhandenen Schutzes gegen Luftzug sind die Ursachen des schnellen Temperaturrückganges. Die Frostlöcher erzeugen in diesem Falle ihre Fröste selbst. Der Frost tritt, wenn der Boden feucht oder gar naß und mit einem Filz von Sauergräsern überzogen ist, infolge des Wärmeverlustes durch die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit als Verdunstungskälte ein.

Wenn es hingegen in den Talmulden an Wasser im Boden fehlt, so vermögen die Holzpflanzen unter Umständen auch durch zugewanderte Kälte zu erfrieren. Bei bewegter Luft ist die Temperatur der Berge und Hänge niedriger, die Luftmassen erkalten hier durch gesteigerte Wärmestrahlung, werden infolgedessen schwerer und senken sich nach Sonnenuntergang ins Tal, wo sie sich gleich wie in einem See stauen.

In vielen Fällen ist die Frostwirkung in den Tälern wohl auf beide Ursachen zurückzuführen.

2. Nordöstliche, östliche, südöstliche und südliche Hänge.

Die nordöstlichen und östlichen Abdachungen sind den kalten, Frost bringenden Winden ausgesetzt, sofern sie nicht durch einen vorliegenden höheren Berg geschützt

1) Martin: Forstl. Bl. N. F. 1890, 344

sind. Hierzu kommt an den östlichen Hängen der täglich sich wiederholende rasche Übergang von der Kälte zur Wärme. In südöstlichen und südlichen Lagen erwacht die Vegetation im Frühjahr zeitiger, wodurch die Spätfrostgefahr gesteigert wird. Nord-, Nordwest- und Westhänge leiden durch Fröste am wenigsten.

3. Hochebenen. Sie erwärmen sich durch intensive Besonnung mehr als die mit dichterer Luft bedeckten Tiefebenen; die Folge ist frühzeitigeres Erwachen der Vegetation. Andererseits ist auf den höher gelegenen Plateaus wegen ihrer dünneren Luft auch die Abkühlung während der Nacht durch Ausstrahlung größer, sodaß hier grelle Temperaturwechsel vorkommen.

4. Nasse, undurchlassende, kalte Böden (Ton, Letten). Hier findet ein starker Wärmeverlust durch Verdunstung statt. Auch verschwindet der Frost aus solchen Böden wegen ihres hohen Wassergehaltes weniger schnell als aus trockeneren Böden.

Der Einfluß des Bodens macht sich auch insofern geltend, als die Pflanzen der frostgefährdeten Zone um so rascher entwachsen und sich um so leichter erholen, je mineralisch kräftiger die Bodenkrume ist.

Im großen ganzen leiden die wärmere Niederung und das Flachland durch Fröste, und zwar durch Früh- und Spätfröste, mehr als das Hügelland und das Gebirge.

i) Bodenüberzug.

Dichter und hoher Gras- und Unkrautwuchs steigert den Frostschaden erheblich. Hierdurch wird die Erwärmung des Bodens verhindert, die Nässe zurückgehalten, der Luftzug gehemmt und die Temperatur der unteren Luftschichten herabgestimmt (Verdunstungskälte, Ausstrahlung). Ist der Boden völlig nackt, so mindert die aus ihm emporsteigende Wärme die Früh- und Spätfrostgefahr.

Nach Beobachtungen in der Oberförsterei Viernheim (Hessen) kann sich die Temperatur über einer mit Gras überzogenen Fläche durch Verdunstung der Blattsubstanz bis 9° C. niedriger stellen als auf der angrenzenden, nicht mit Gras überzogenen Fläche in gleicher Lage.

Im Gegensatz zu dem nachteiligen Einfluß eines dichten Grasfilzes wirkt ein nur leicht beschattender höherer Unkrautüberzug aus Weichhölzern, Wacholder, Besenpfrieme, Heide usw. oft vorteilhaft durch Verhinderung oder wenigstens Ermäßigung der Wasserverdunstung. Die den Frosttod herbeiführende Verdunstungskälte wird infolgedessen weniger intensiv und weniger schädlich.

Unter sonst gleichen Verhältnissen dringt der Frost in den mit Pflanzen oder abgestorbenen Pflanzenteilen (Bodenstreu) bedeckten Boden langsamer und weniger tief ein als in den kahlen Boden; jedoch wird andererseits der bedeckte Boden auch später frostfrei als der nackte.

k) Witterung.

Die Frostbildung wird durch klaren Himmel, trockene Luft und Windstille während der Nacht begünstigt. Bei bewölktem Himmel friert es seltener, weil in diesem Falle die Ausstrahlung der Wärme aus dem Boden zurückgehalten wird. Trockene Luft steigert die Intensität der Ausstrahlung und führt zu tieferer Abkühlung. Windstille bewirkt Anhäufen und Stagnieren der kälteren Luft an den tiefsten Punkten.

Von Bedeutung für den Umfang des Frostschadens ist weiterhin das schnellere

oder nur allmähliche Eintreten der Kälte. Plötzliche Übergänge von Wärme zu Kälte schaden den Holzgewächsen mehr als langsam erreichte tiefe Kältegrade.

Spätfröste mit Reif sind nachteiliger als solche ohne Reifbildung, weil durch die Verdunstung der Eiskristalle mehr Wärme verbraucht, die Luftkühle mithin verstärkt und verlängert wird.

Bei lang andauerndem Frost und kalten Winden leiden die gefrorenen Zweige durch starke Austrocknung. Durch kühle Sommer- und nasse Herbstwitterung werden die Wirkungen der Herbst- und Winterfröste im allgemeinen vergrößert.

In Deutschland ist in der Regel mit Ablauf der vielfach Spätfröste bringenden vier Kalendertage Mamertus, Pancratius, Servatius und Bonifacius (11.—14. Mai) die Frostgefahr — wenigstens in der Ebene — vorüber. Im Gebirge sind jedoch Spätfröste noch im Juni, bisweilen sogar noch im Juli, keineswegs selten. Norddeutschland leidet weniger von Reiffrösten als Süddeutschland und Skandinavien weniger als Deutschland überhaupt.

C. Frostchronik.

Die Frostschäden sind nach den vorstehenden Ausführungen mehr lokale Erscheinungen. Die statistische Bearbeitung der Fröste und Frostwirkungen wird deshalb nur dann zu einigermaßen zutreffenden Schlußfolgerungen berechtigen, wenn sie unter Zugrundelegung kleiner Beobachtungsgebiete geschieht.

Abgesehen von den unzähligen mehr oder weniger intensiven Lokalfrösten gibt es aber Jahre, in welchen die Fröste in größerer Ausdehnung und zu gleicher Zeit auf weiten Gebieten auftreten, d. h. sogenannte Frostjahre. Nur solche kommen bei der nachstehenden, auf die neuere Zeit sich beschränkenden Aufzählung in Betracht:

Frostjahre bzw. Frosttage waren:

1848: 27./28. Mai[1]) — 1849: 7./9. Juni.[2]) — 1854: 24/25. April und 19./20. Mai.[3]) — 1855: 18. Juni.[4]) — 1856: Anfang Juni und 2./8. Juli. — 1857: 1./3. Juni und 13./15. Juni.[5]) — 1858: 26./27. Mai.[6]) — 1865: 12./13. Juni. — 1866: 19./25. Mai. — 1867: 24./26. Mai.[7]) — 1869: Ende April bis Mitte Mai.[8]) — 1871: 17./19. Mai. — 1872: 11./12. Mai.[9]) — 1874: 28./29. April und Anfang Mai. — 1876: 19./21. Mai.[10]) — 1878: 8./10. Mai.[11]) — 1880: 18./20. Mai.[12]) — 1882: 10./18. Mai.[13]) — 1885: 14./16. Mai und 11./12. Juni.[14]) — 1886: 2./8. Mai.[15]) — 1890: 31. Mai/1. Juni.[16]) — 1891: 17./18. Mai. — 1892: 6./9. und 23. Mai. — 1894: 19./20. Mai. — 1897: 3./7. und 14./15. Mai; 9. Juni.[17]) — 1906: 25./26. April. — 1908: 19./25. Oktober (starker Frühfrost). — 1909: 16. Juni und 2. Juli. — 1910: 20./21. Juni.[18]) — 1911 20./21. Juni.

Manche Gegenden haben auffallend durch Spätfröste zu leiden, z. B. der badische Anteil des Neckartales mit seinen Nebentälern. In den 28 Jahren des Zeitraums 1864/91 waren hier nur die vier Jahre 1868, 1872, 1878 und 1889 völlig frei von Spätfrösten.[19])

Auch in den höheren Lagen der deutschen Mittelgebirge gibt es Örtlichkeiten genug, an denen kein Jahr ohne mehr oder weniger intensive Spätfröste vergeht.

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1848, 267. — 2) Krit. Bl. 30. Bd. 1851, I, 235. — 3) Pfeil: das. 35. Bd. 1855, I, 143. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1854, 223. — Metz: das. 1854, 401. — Das. 1854, 422, 471; 1855, 145. — 4) Protokoll d. 10. Vers. d. Thüring. Forstwirte 1862, 33. — 5) Krit. Bl. 40. Bd. 1858, I, 223. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1857, 491. — 6) Das. 1859 36. — 7) Heß: das. 1867, 318; 1868, 263. — 8) Baur: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1870, 81. — 9) Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1872, 40. — 10) Zbl. f. d. ges. Fw. 1876, 379, 435. — Fekete: das. 1876, 474. — Nobbe: Thar. Jhrb. 1877, 1. — 11) Bernhardt: Chronik d. D. Forstw. 1878, IV, 15. — 12) Sprengel: das. 1880. VI, 32. — Coaz: D. Frostschaden d. Winters 1879/80 usw. Bern 1882. — 13) Weise: Chronik d. D. Forstw. 1882, VIII, 9. — 14) Ders.: das. 1885, XI, 13. — 15) Ders.: das. 1886, XII, 12. — 16) Forstw. Zbl. 1891, 100. — 17) Danckelmann: Ztschr. f. d. F. u. Jw. 1898, 393. — 18) Dengler: das. 1910, 670. — Pavlovsky: Österr. F. u. J.-Ztg. 1910, 260. — 19) Widmann: Forstw. Zbl. 1891, 494.

Von besonderer Ausdehnung und Heftigkeit waren die Fröste in den Jahren 1854, 1866, 1876, 1878, 1880, 1894, 1910 und 1911. Bemerkenswert ist außerdem, daß kein Monat absolut frostfrei ist, nicht einmal die Monate Juli und August.[1])

Strenge Winter[2]) in Europa seit 1800 waren: 1802/3, 1808/9, 1809/10, 1812/13, 1813/14, 1819/20, 1826/27, 1828/29, 1829/30, 1837/38, 1844/45, 1846/47, 1847/48, 1853/54, 1854/55, 1857/58, 1859/60, 1864/65, 1869/70, 1870/71, 1875/76, 1879/80, 1890/91, 1892/93, 1894/95, 1900/01 und 1902/3.

Die härtesten Winter waren 1829/30 (—35° C. im Februar), 1879/80 und 1892/93. Die wochenlang anhaltende strenge Kälte des Winters 1879/80 traf besonders Mittel- und Süddeutschland. Die niedrigste Temperatur in Gießen (—31° C.) fiel auf den 10. Dezember 1879. Daß die Bäume in den niedrigeren und feuchteren Lagen mehr litten als in den höher gelegenen, ließ sich schon an den Alleebäumen einer nur mäßig ansteigenden Straße erkennen. — Im Winter 1892/93 fiel die niedrigste Temperatur (—26° C.) auf den 20. Januar 1893.

Auch der Winter 1890/91 war deshalb ein strenger, weil vor dem Schneefall starke Kälte eintrat. Der Boden war daher auf beträchtliche Tiefe gefroren.

4. Vorbeugungsmaßregeln.

Da die Frostgefahr unserer Holzpflanzen während deren Jugendperiode am größten ist, handelt es sich beim Schutz gegen Frostschaden fast ausschließlich um Maßnahmen der Bestandsverjüngung.

Der Umfang des im einzelnen Falle notwendigen Schutzes ist naturgemäß bald größer, bald kleiner. Er bestimmt sich nach dem von den Standortsverhältnissen näher beeinflußten Grad der Frostgefährdung. Besonders wichtig werden die vorbeugenden Maßregeln gegen Frostschaden in den Frostlagen.

Neben Herbeischaffung und Erziehung eines widerstandsfähigen Pflanzenmateriales läuft der Schutz gegen Fröste im großen ganzen darauf hinaus, die Frostbildung zu verhindern. Man versucht zu diesem Zwecke die Ausstrahlung der Wärme bzw. die Verdunstung zu verringern, strebt danach, der Luft Wärme zuzuführen oder bemüht sich, die kalte Luft aus der schutzbedürftigen Gegend zu entfernen bzw. sie zu mischen, um zu vermeiden, daß sie stagniert und sich über dem Erdboden lagert.

Im einzelnen kommen die nachstehenden Maßregeln in Betracht, und zwar

a) bei der Bestandesbegründung:

1. Begünstigung der natürlichen Verjüngung bzw. Erziehung des Jungbestandes im Schirm- oder Seitenschutz des Altholzes.

Die mit der natürlichen Verjüngung und mit dem Unterbau in Frostlagen gemachten Erfahrungen sind zwar nicht überall gleich gute; sie sind aber, wenn sie ungünstig waren, zum großen Teil selbst verschuldet und sind dann zumeist auf zu schnelles und zu frühes Räumen des Mutter- oder Schutzbestandes zurückzuführen.

Die natürliche Verjüngung hat zunächst den Vorzug, daß sie die bodenständige und deshalb im allgemeinen frosthärtere Rasse der Wirtschaftsholzart nachzieht. Wo die zu verjüngenden Orte hinreichend fruktifizieren, ist vom Anbau der aus fremden Samen gezogenen, in vielen Fällen frostempfindlicheren Pflanzen Abstand zu nehmen. Wo es an Samen fehlt, wie in den höheren Gebirgslagen und in den nörd-

1) Müttrich: Ztschr. f. F. u. Jw. 1898, 201. — 2) Nördlinger: Krit. Bl. 44. Bd. 1861, I, 225.

licheren Gegenden, läßt sich der Unterbau künstlich erzogener Pflanzen natürlich nicht umgehen. In diesem Falle ist auf den Bezug geeigneten Saatgutes aus klimagleichen Gegenden Gewicht zu legen.

Welche Vorverjüngungsmethode bzw. welche Stellung des Schutzbestandes zu wählen ist, darüber gehen die Meinungen auseinander. Der in bezug auf Frostschutz sehr wertvollen Schirmschlagstellung haftet der Übelstand an, daß sie das Wachstum des Jungwuchses zurückhält, so daß dieser nur langsam aus der Frostzone herauswächst. Aus diesem Grunde empfiehlt sich Seitenschutz oftmals mehr als Schirmschutz. In vielen Fällen wird es zum Ziele führen, die Seitendeckung durch Anwendung des Plenterschlagverfahrens (nach Gayer)[1]) zu schaffen. Die horstweise Verjüngung (Lochschlagverfahren) bietet andererseits aber auch Gelegenheit zur Herstellung windstiller Kessel, die leicht zu bösen Frostlöchern werden können. Auch der Empfehlung des Wagnerschen Blendersaumschlages als des „gegen Frost sichersten Naturverjüngungsverfahrens"[2]) lassen sich angesichts der Lage des Verjüngungsstreifens am geöffneten Nordrande Bedenken entgegenbringen.[3]) Die Vorzüge der Nordrandverjüngung, die darin bestehen, daß die Besonnung des Anfluges am Morgen durch den nach Süden zu vorgelagerten Bestand verhindert und daß im Frühjahr die Vegetation in vielen Fällen so lange zurückgehalten wird, bis die schlimmste Zeit der Spätfröste vorüber ist, dürften den ungünstigen Einfluß der Nordwinde nicht immer auszugleichen vermögen.

Gleichviel welche Art von Schirm- oder Seitendeckung gewählt wird, für Lagen mit besonders großer Frostgefahr gilt auf alle Fälle die Forderung langsamen Vorgehens. Der Schirm- oder Seitenschutz darf nicht früher entfernt werden, ehe der Boden nicht vollständig mit Jungwuchs bedeckt und dieser selbst über die örtliche Frosthöhe herausgewachsen ist. Plötzliche Freistellungen sind zu vermeiden; die Räumung des Mutter- bzw. Schutzbestandes hat nur allmählich zu geschehen.

Besonders wichtig ist, daß bei allen Naturverjüngungen die Verjüngung möglichst mit einem Schlage kommt. Wo das nicht gelingt, sind die Fehlstellen baldigst nachzubessern, um dem Entstehen von Altersungleichheiten von vornherein vorzubeugen. Verschiebt man die Nachbesserungen auf spätere Zeiten, so entstehen leicht Froststellen. Volle Verjüngungen als Ergebnis eines Mastjahres lassen sich aber meist nur bei wohl vorbereitetem Boden erwarten. Auf frostgefährdeten Standorten umschließt der Frostschutz deshalb die Forderung einer gründlichen Bodenbearbeitung.

Den weiterhin zu nennenden Vorbeugungsmaßregeln kommt zwar auch allgemeine Geltung zu, besonders bedeutungsvoll aber werden sie in der Kahlschlagwirtschaft.

2. Führung schmaler Schläge bei Kahlschlagwirtschaft.

Infolge zu langen Liegenbleibens des Schnees ist man in schneereichen Frostlagen, z. B. im sächsischen Erzgebirge, bei der Verjüngung von der Anwendung des Unterbaues gelockerter Altholzbestände, der sog. Schutz(-Schirm-)schlagwirtschaft hier und da abgegangen. An ihrer Stelle wendet man schmale Kahlschläge an, um den vom Altholzrande gewährten Seitenschutz einem möglichst großen Teil der Kultur zugute kommen zu lassen. Die Erfolge dieses Verfahrens sind befriedigende. Sie

1) Vgl. Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1898, 407. — Krutzsch: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1912, 104. — 2) Wagner: Grundlagen d. räumlichen Ordnung. 2. Aufl. Tübingen 1911, 234. — 3) Vgl. Kirschgessner: Forstw. Zbl. 1913, 592.

vermindern sich aber mit zunehmender Breite der Schläge und pflegen dort vollkommen zu verschwinden, wo die unbedingt nötige Vorsicht außer acht gelassen und der nächste Kahlschlag bereits angereiht wird, ehe noch der vorhergehende gegen die Frosteinwirkungen vollkommen gesichert ist. Um dem vorzubeugen, ist es notwendig, daß hinreichend viele Anhiebe zur Verfügung stehen, den einzelnen Hiebszügen also nur möglichst kleine Flächen zugewiesen werden.

Die in Frostlagen mit Kulissenschlägen erzielten Erfolge sind, soweit lediglich die ersten Kulissenhiebe in Betracht gezogen werden, vielfach nicht ungünstige gewesen. Der Gesamterfolg aber war zumeist negativ, weil die zwischen den Kulissen liegenden Altholzstreifen gewöhnlich zu rasch und zu unvermittelt geräumt wurden. Der Anbau der neuen, einer Seitendeckung ermangelnden Schlagstreifen war dann regelmäßig mit großen Schwierigkeiten verbunden.

3. Sofern es unter Beachtung der Sturmgefahr aussichtsreich erscheint, empfiehlt sich die Erhaltung eines Saumes von schlagbarem Holz an den exponierten östlichen und nordöstlichen Schlagrändern, bis die unter dem Schutze dieses Mantels vollzogene Kultur die Hauptfrostgefahr überstanden hat. Ebenso kann sich die Herstellung eines 5—10 m breiten Waldmantels (aus Kiefern oder Fichten) an den genannten Bestandsrändern empfehlen, zumal an Stellen, wo kalte Wiesengründe und feuchte Niederungen anstoßen.

4. Entwässerung nasser Waldstellen und versumpfter Örtlichkeiten vor der Kultur.

5. Vermeidung des Anbaues frostempfindlicher Holzarten.

Für ausgesprochene Frostlagen passen manche Holzarten, z. B. Esche, Eiche, Buche, Tanne usw., überhaupt nicht oder wenigstens nur eingesprengt in Bestände aus frostharten Holzarten. Auch die Bemühungen, in Frostlöchern die Fichte hochzubringen, sind in vielen Fällen nichts anderes als Geld- und Zeitverschwendung. Für Frostlagen eignen sich gemeine Kiefer, und zwar in den höheren Lagen am besten die schmalkronigen Rassen (nordische und Hochgebirgs-[Engadin-]kiefer), Spirke (= Mooskiefer, aufrechte Form der Sumpfkiefer), Weymouthskiefer und von den Fichten allenfalls P. alba und omorica. In minder gefährdeten Lagen ist der Anbau der gemeinen Fichte oder anderer weniger frostharter Holzarten zulässig, erfordert aber vielfach den Vor- oder Mitanbau einer raschwüchsigen, frostharten Holzart, um den zärtlicheren Holzarten einen angemessenen Schutz zu gewähren.

Zum Voranbau eines Schirmbestandes bzw. Mitanbau eignen sich die vorstehend genannten Kiefernarten, ferner die Birken und die Erlen. Man pflanzt das Schutzholz in 1,8—2 m voneinander entfernten Reihen in etwa 1 m Pflanzenabstand und bringt, sobald sich die Reihen zu schließen beginnen, die schutzbedürftige Holzart (Fichte) in die Zwischenräume durch Pflanzung ein. Bei der späteren Behandlung derartiger Schirmstände kommt es vor allem darauf an, die Räumung des Schutzholzes nicht zu überhasten, sondern erst dann und zwar nach und nach vorzunehmen, wenn die gefährdete Hauptholzart der Frosthöhe entwachsen ist.

Nicht selten bilden die ohne Zutun des Wirtschafters auf den Kulturen sich einfindenden Weichhölzer Birke, Aspe, Vogelbeere usw. einen für die angebaute empfindlichere Holzart wohltätigen Schutzbestand. Je erwünschter ein solcher im Einzelfalle ist, um so mehr empfiehlt es sich, bei der Bestandspflege auf hinreichend lange Erhaltung und nur allmähliche Entfernung der vorwüchsigen Weichhölzer Bedacht zu nehmen.

Einen absoluten Schutz vermögen derartige künstlich geschaffene oder von selbst sich darbietende Schirmbestände jedoch nicht zu gewähren. Wer das verlangt, verlangt zu viel. Bei starken, durch nördliche oder östliche Frostwinde verursachten Spätfrösten hilft der Schutzbestand, wenn der nötige Seitenschutz fehlt, nichts oder nur teilweise. Die unter-

bauten Fichten usw. erfrieren in solchem Falle auch unter dem Schutze von Birken oder anderen Holzarten.

6. Bestandsbegründung durch Pflanzung, wo der Kahlschlagbetrieb in Anwendung steht. Auf grasreichen Böden Verwendung kräftiger, stärkerer und höherer Pflanzen.

Am besten sichern Ballen- und Hügelpflanzungen. Es empfiehlt sich, die Pflanzen hoch herauszunehmen, sobald die Möglichkeit besteht, sie auf diese Weise über die Frostzone hinauszubringen. Auf nassen Böden sind eventuell Gräben zu ziehen und nur die Grabenauswürfe (Sättel) zu bepflanzen.

7. Beseitigung eines übermäßigen Graswuchses durch Umplaggen, Hacken usw., wenigstens in der unmittelbaren Umgebung der zu schützenden Pflanzen.

8. Frühzeitiges Ausheben empfindlicher oder früh austreibender Kulturpflanzen und vorläufiges Einschlagen derselben an schattigen Stellen in der Nähe der Kulturorte, um ihr vorzeitiges Austreiben zu verhindern. Hierdurch wird zugleich die Kulturzeit verlängert.

9. Vermeidung später Herbstpflanzungen bei Nadelhölzern, um der Früh- und Winterfrostgefahr zu begegnen.

10. Für Forstgärten kommen noch folgende besondere Maßregeln in Betracht:

a) Anlage außerhalb von Frostlagen, in geschützten Örtlichkeiten bzw. im Seitenschutz alter Bestände. Zweckmäßig sind im allgemeinen nördliche oder nordwestliche Hänge.

b) Frühjahrssaat; spätere Riefensaat bei empfindlichen Holzarten und tieferes Einbetten der Samenkörner.

c) Bedecken der Beete mit Reisig, Laub, Torf usw. (im Herbste).

d) Schirmen der Beete mit Reisig oder Lattengitter (Schutzgitter, Saatgitter).

Deckgitter aus Latten[1]), welche auf Gabelgerüsten ruhen, gewähren nach unseren Erfahrungen wesentliche Vorteile. Man kann sie höher und niedriger stellen, in jedem Augenblick auflegen und wieder abnehmen usw.

Eine andere Art von Deckgittern (sog. Saatschirme)[2]) besteht aus einem leichten Fichtenholzrahmen mit Längsstäben, über welche Roggen- oder Binsenstroh in 6 cm breiten Streifen gebunden wird. Diese Saatschirme sind handlich, leicht und billig. In neuerer Zeit sind von Rebel[3]) verstellbare Schutzgitter empfohlen worden.

e) Anzünden eines Schmauchfeuers (Pfeil). Die Rauchwolke wirkt wie ein Bestandsschirm, indem sie die Wärmeausstrahlung des Bodens vermindert und die vom Boden ausstrahlende Wärme in sich aufnimmt, anstatt sie nach oben fortzuleiten.

Die Anwendung von Schmauchfeuern gegen Frostschäden ist schon lange bekannt. Bereits zur Zeit der Entdeckung von Amerika (1492) sollen die Bewohner von Peru ihre Felder hierdurch geschützt haben. Die Weinbauern im südlichen Frankreich, bei Kolmar usw. bedienen sich solcher Feuer, wenn eine Frostnacht in Aussicht steht, mit bestem Erfolge.

Man verwendet zur Erzeugung des Rauches schweres Gasöl (Gasteer), welches in flachen Blechschüsseln in Entfernungen von etwa 15 m ausgestellt und mit etwas Stroh, Reisig oder Spänen angezündet wird. Es bildet sich dann ein dicker, schwarzer Rauch, welcher als lang ausgedehnte Wolke über dem Weinberge lagert und bei Windstille stundenlang unbeweglich bleibt.[4]) Im Springer Reviere (Provinz Hannover) wurde nach H. Burk-

---

1) Roth: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1872, 321. — Schaal: Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 437. — 2) Wallnöfer: Zbl. f. d. ges. Fw. 1877, 329. — 3) Forstw. Zbl. 1902, 270. — 4) Allg. F. u. J.-Ztg. 1874, 211. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1893, 548.

hardt[1]) ein zweijähriger Buchensaatkamp durch Anzündung mehrerer Qualmfeuer vor Frostschaden bewahrt.

In neuerer Zeit sind zur Erzeugung der Rauchschwaden Räucherziegel und Räucherkerzen (mit Teeröl u. dgl. imprägnierte Torfziegel) hergestellt und in den Handel gebracht worden. Beim Fehlen derartiger Hilfsmittel empfiehlt es sich, die zum Schutze besonders gefährdeter wertvoller Pflanzgärten usw. notwendigen Schmauchfeuer mit feuchten Pflanzenabfällen, Moos, Stroh u. dgl. zu nähren, um möglichst viel Rauch zu erzeugen.

f) Starkes **Begießen** der bereiften Pflanzen mit **kaltem Wasser** vor Sonnenaufgang, um den Auftauungsprozeß zu verlangsamen.

b) bei der Erziehung und Pflege:

11. Erhaltung der natürlichen Laub-, Nadel- und Moosdecke.

12. Sorge für **Luftwechsel** und **Luftzug**, um Stagnieren kalter Luftschichten zu verhindern.

Diesem Zwecke dienen Aufastungen tief herab beasteter Stämme, weiterhin die Entfernung von Vorwuchshorsten, Bestandszungen und vorspringenden Bestandsecken, sowie Durchhiebe durch Bestände, welche Talgänge versperren (Querriegel).

Der Abtrieb solcher Bestandteile, Baumgruppen usw. ist aber nur dann richtig, wenn sie tatsächlich das Einlagern kalter Luftschichten begünstigen und die Frostluft festhalten. Wenn in Talmulden usw. die durch Wärmestrahlung und Verdunstung entstehenden Nebelschwaden infolge Wegnahme von Vorwüchsen oder sonstiger Stauflächen zum Abfließen gebracht werden, kann unter Umständen der Schaden größer sein als der Nutzen. Die Nebel wirken in ähnlicher Weise wie die unter 10 e) genannten Rauchschwaden als Schutzschicht und verhindern durch Beeinträchtigung der Verdunstung weitere Wärmeverluste. Sie sind in diesem Falle also nützlich.

Die Beförderung ihres Abflusses erscheint deshalb nur in solchen Frostlagen angezeigt, in denen sich kalte, von den Höhen herabkommende Luftschichten in unerwünschter Weise stauen.

c) bei der Ernte:

13. Verjüngung der **Niederwaldungen** von Westen, Süd- oder Nordwesten her, damit die vorstehende ältere Holzwand einen Schutz gegen die erkältenden Oftströmungen gewährt.

Diese Hiebsrichtungen können sich auch in **Hochwaldungen** empfehlen, namentlich dann, wenn es sich um Schutz vor den mit kalten Nord- und Ostwinden verbundenen Kälterückschlägen im späteren Frühjahr oder zeitigen Sommer handelt. Voraussetzung für die Zulässigkeit der genannten Hiebsrichtungen ist aber das Vorhandensein geeigneter, größere Sturmschäden ausschließender Bestockungsverhältnisse.

14. Zeitiger **Safthieb** im Niederwalde. Beim Herbsthiebe leiden die Stöcke zu leicht durch Winterfrost. Späte Stockschläge im Frühjahr bringen die nicht hinreichend verholzenden Ausschläge in Gefahr, durch Früh- und Winterfröste geschädigt zu werden.

15. Am Schlusse sei noch einmal auf die schon S. 249 erwähnte, sehr wichtige, vielfach aber nicht beachtete Vorbeugungsmaßregel gegen Frostschäden aufmerksam gemacht, d. i. auf die Notwendigkeit einer **Niederschrift** über die bei der **Entstehung** und **Behandlung** von **Frostlöchern** gemachten **Beobachtungen** und **Erfahrungen**.

Wo die Anlegung und Führung eines für derartige Notizen berechneten Merkbuches vernachlässigt wird, kann es leicht geschehen, daß die zur Bildung von Frost-

1) Säen u. Pflanzen. 5. Aufl., Hannover 1880, 374.

löchern und zur Aufwendung bedeutender Kulturkosten führenden wirtschaftlichen Fehler bei der nächsten Verjüngung von neuem begangen werden. Es genügt aber, wenn das Lehrgeld für solche Fehler nur einmal gezahlt wird. Die erwähnte Niederschrift soll dem bekannten Sprichworte vom Klugwerden durch Schaden zu seinem Rechte verhelfen.

Zweites Kapitel.

Die Frostrißbildung.[1])

1. Äußere Erscheinung.

Frostrisse sind durch Winterfrost und Wind verursachte Längsrisse an Stämmen. Sie gehen von der Rinde aus und setzen sich in radialer Richtung mehr oder weniger tief in den Holzkörper hinein fort (Abb. 80).

Man nennt sie auch Frostspalten, Kälterisse oder Eisklüfte.

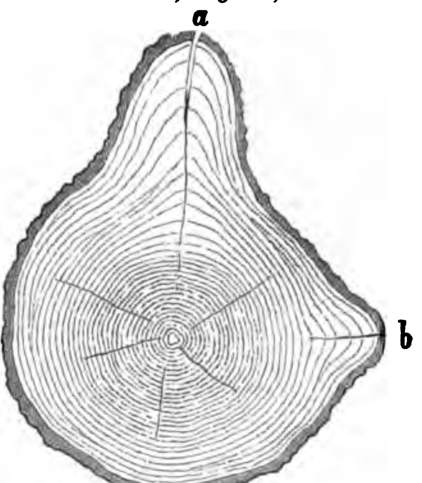


Abb. 80. Querschnitt aus einer mit zwei Frostrissen (bei *a* und *b*) behafteten Stieleiche (verkleinert).

2. Entstehung.

Über die Entstehungsweise der Frostrisse herrscht noch keine volle Übereinstimmung. Sicher ist nur, daß Spannungsunterschiede im Holzkörper die Ursache sind. Nach R. Hartig entstehen diese Spannungsunterschiede durch ungleichmäßiges Zusammenziehen des Holzes in tangentialer und radialer Richtung.

Durch wiederholte Messungen an freistehenden, dem Einflusse der Luft nach allen Richtungen hin ausgesetzten Bäumen ist festgestellt worden, daß im Winter eine Zusammenziehung des Stammumfanges und eine Verringerung des Baumdurchmessers beim Sinken der Temperatur stattfindet (Duhamel, Caspary, Th. Hartig, Nördlinger, Vonhausen, Friedrich[2])).

Das Zusammenziehen beginnt bei Temperaturen unter 0° C., verstärkt sich mit wachsender Kälte und wird besonders auffällig, wenn die Kälte länger anhält. Nimmt die Temperatur nur langsam ab, so vermindert sich das Volumen des Baumkörpers ziemlich gleichmäßig, so daß es nicht zu Zerreißungen der Holzteile zu kommen braucht. Tritt die Kälte hingegen plötzlich ein, so gefrieren die äußeren Holzschichten ungleich stärker als der innere Holzkörper. Ihre Zellwandungen verlieren einen Teil des Imbibitionswassers. Infolgedessen schwindet der Splint, und zwar in der Richtung des Umfanges mehr als in radialer Richtung. Da nun der wär-

1) Nördlinger, H.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1854, 201; Krit. Bl. 42. Bd. 1860, II, 136. — Caspary: Botan. Ztg. 1855, 449, 473, 489; 1857, 329, 345, 361. — Vonhausen, Wilh.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1861, 1, 420. — Nördlinger, Theod.: das. 1886, 253. — Beling: Forstw. Zbl. 1888, 28. — Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1893, 125. — Hartig, Rob.: Forstl.-naturw. Ztschr 1894, 255. — Busse: Forstw. Zbl. 1910, 75. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1907, 185.

mere Stammkern sein Volumen nicht oder wenigstens nicht in entsprechendem Maße mit verändert, kommen die oben erwähnten Spannungsunterschiede zustande. Sobald sie ein nach Holzart, Standort, Schnelligkeit des Kälteeintrittes und anderen Faktoren wechselndes Maß überschreiten, reißt der Holzkörper der Länge nach mit einem radial verlaufenden, mehr oder weniger tief gehenden Spalt auf.

Dieser lange Zeit geltenden, von Rob. Hartig stammenden Erklärung der Frostrißbildung stimmt H. Mayr[1]) nicht zu, sondern greift auf die Deutung Casparys zurück. Nach ihm gefriert das Wasser im Holzkörper dort, wo es vom Kältegrad überrascht wird, also nicht außerhalb, sondern in den Zellwandungen. Der wasserreiche Splint eines Baumes wird unter der Einwirkung genügend tiefer Temperatur (nach Mayr) nicht zum Wasserverlust und damit zum Schwinden und zur Schwindrißbildung veranlaßt, sondern wird durch Gefrieren des Wassers zum Eiszylinder, der bei besonders tiefer Temperatur (etwa —25° C.), wie das Eis überhaupt, durch Zusammenziehung zersprengt wird. Naturgemäß ist die Zusammenziehung in den äußeren, am meisten abgekühlten Holzlagen am stärksten. Der gefrorene Schaft platzt hier schließlich senkrecht zur Sehne, also in der Markstrahlrichtung, auf.

Es ist praktisch belanglos, ob diese oder jene Erklärung für das Zusammenziehen der äußeren Splintschichten die richtige ist. Die Rißbildung ist jedenfalls Folge dieses Zusammenziehens und mithin Folge des Frostes. Die ausführlichen Beobachtungen Busses (a. a. O.) machen es außerdem wahrscheinlich, daß nicht nur die Kälte als alleiniger Faktor bei der Entstehung der Frostrisse in Betracht kommt, sondern daß neben ihr noch Wind und Standort als sekundäre Faktoren wirksam sind.

Bei Untersuchung zahlreicher frostrissiger Stämme stellte Busse fest, daß die Risse stets zwischen zwei Wurzeln bzw. deren Hälsen sitzen. Die Erklärung für diese einem bestimmten Prinzip folgende Anordnung findet der genannte Autor in der Wirkung des Windes. Wird ein gefrorener Baum vom Winde hin und her bewegt, so wird die in dem Schaftmantel bestehende Frostspannung durch die an der Ansatzstelle der Wurzeln besonders wirksame Windspannung gezwungen, sich zwischen zwei Wurzeln auszulösen. Je größer die Spannungen, d. h. je älter und starkwurzeliger die Bäume sind, um so eher und um so mehr muß es zu Auslösungen und damit zur Bildung von Frostrissen kommen.

Die meisten Frostrisse entstehen auch bei Wind, und zwar besonders bei scharfen, Kälte bringenden Ost- oder Nordwinden. Die Ansicht, daß sich die Frostrisse aus diesem Grunde hauptsächlich an den Ost-, Nordost- und Nordseiten der Bäume finden, ist jedoch nicht zutreffend; sie sind vielmehr sowohl an Randbäumen wie auch an Stämmen des geschlossenen Bestandes meist ringständig, ohne Bevorzugung einer bestimmten Seite angeordnet.

In der Regel entstehen die Frostrisse in der Zeit nach Mitternacht und zum größeren Teil wohl in den Morgenstunden, weil in diese Zeit das tägliche Temperaturminimum, mithin auch die größte Volumenverminderung des Holzes fällt. Die Rißbildung erfolgt vielfach mit einem kurzen, schußähnlichen Knalle.

---

1) Gayer: Forstbenutzung. 10. Aufl. 384. — Mayr: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Berlin 1909, 87.

3. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Frostrisse vermindern den Gebrauchswert der Stämme und veranlassen lokale Faulstellen.

Die Größe des Schadens hängt mit den Dimensionen, namentlich mit der Tiefe der Rißbildung, zusammen. Unter Umständen erreichen die Frostrisse eine Längenausdehnung von mehreren Metern.

Bei Eintritt wärmeren Wetters schließen sich die entstandenen Risse in vielen Fällen vollkommen, ohne daß die Wunde, wenn sie tiefer ins Holz hineingeht, verheilt. Sie kann nur äußerlich überdeckt werden, indem sich Überwallungsränder bilden, die infolge Raummangels meist steil gegeneinander wachsen und sich über den Riß lippenartig emporheben. Wegen des an der Spaltwunde aufgehobenen oder verminderten Rindendruckes wird der neue Jahresring an der beschädigten Stelle breiter.



Abb. 81. Frostleiste an Feldahorn (nach Frank Schwarz).

In späteren Jahren genügen begreiflicherweise geringe Kältegrade, um den einmal entstandenen Frostriß im Winter wieder zu öffnen, da ja nur der dünne Holzring eines oder mehrerer Jahre zu sprengen ist. Im Sommer erfolgt dann von neuem Überwallung. Wiederholt sich nun dieser Vorgang infolge mehrerer aufeinander folgender strenger Winter einige Male, so entstehen durch das Aufeinanderlegen der jährlichen Überwallungsschichten schließlich leistenförmige Erhöhungen (Abb. 81), welche treffend Frostleisten[1]) genannt werden. Diese schließen sich entweder überhaupt nicht wieder oder sie verschwinden nur dann, wenn mehrere milde Winter aufeinander folgen.

Bisweilen treten außer den radial verlaufenden großen Frostrissen namentlich im Frühjahrsholze noch seitliche tangentiale Sprünge auf, die wiederum durch radiale Risse miteinander verbunden sein können. Die technische Wertsminderung eines so zerklüfteten Schaftes ist naturgemäß noch größer als die durch eine einfache Frostspalte herbeigeführte. Wesentlich geringer wird der Schaden, wenn es sich nicht um große, das Schaftholz zerklüftende Spalten, sondern nur um kurze, weniger tief gehende und ohne Leistenbildung überwallende Risse handelt, wie sie von R. Har-

1) Göppert: Jahrb. d. Schles. Forstvereins f. 1872, 244.

tig bei Tanne, von Sorauer außerdem bei Buche, Kirsche und Platane gefunden worden sind.

An Eiche und Tanne hat R. Hartig[1]) außerdem noch innere, den Rindenmantel nicht sprengende Frostrisse beobachtet, die vorwiegend in Form radialer, zuweilen aber auch peripherischer Spaltungen verlaufen. Bei der Eiche sollen derartige innere Frostspalten nur im Wurzelanlaufe vorkommen.

Es ist selbstverständlich, daß alle diese Rißbildungen der Ausbreitung holzzerstörender Pilze, vereinzelt auch dem Insektenfraß Vorschub leisten, mithin also noch sekundäre Schäden nach sich ziehen können.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

In ungewöhnlich kalten Wintern können Frostrißbildungen bei fast allen Holzarten vorkommen. Göppert führt a. a. O. nicht weniger als 76 Holzarten an, an denen im botanischen Garten zu Breslau im Dezember 1872 Frostrisse gefunden wurden. Im allgemeinen aber neigen vornehmlich die harten Laubhölzer mit stark entwickeltem Markstrahlgewebe zur Frostrißbildung. An Nadelhölzern gehören Frostrisse zu den Seltenheiten.

Besonders häufig sind Frostspalten an Eiche, Ulme, Esche, Ahorn, Wallnuß, Edelkastanie, Tulpenbaum und Kirsche. Zweifellos ist die Eiche die den Schädigungen durch Frostrisse am meisten ausgesetzte Holzart. Stieleiche zeigt sich vielfach frostrissiger als Traubeneiche. Auch Ulme ist, wie Pollack[2]) erwähnt, stellenweise stark gefährdet. Die Buche leidet verhältnismäßig wenig unter Frostrissen. Wohl aber findet man solche nicht selten auch an weichen Laubhölzern, z. B. an Roßkastanie, Linde, Birke, Pappel und Weidenarten.

b) Holzalter.

Frostrisse entstehen meist nur an älteren bzw. stärkeren Stämmen. Junge Bäume leiden so gut wie gar nicht darunter, sei es, daß in schwachen Schäften der Holzkörper sich mehr gleichmäßig abkühlt und daß die zur Rißbildung notwendigen Spannungsdifferenzen zwischen den äußeren und inneren Holzlagen infolgedessen überhaupt nicht entstehen, oder sei es, wie Busse annimmt, daß infolge der größeren Elastizität junger Bäume die mechanische Kraft der Winde nicht mit zur Wirkung kommt.

Die nach dem trockenen Jahre 1911 von verschiedenen Seiten an jungen, 15—30jährigen, tief beasteten, gesunden Fichten beobachteten Rißbildungen sind, wie es von den meisten Beobachtern auch geschehen ist, nicht auf Frost[3]), sondern auf Hitze zurückzuführen.

c) Baumteil.

Die Frostrisse entstehen hauptsächlich in der unteren Schafthälfte, besonders an Stellen mit ungleich dichtem Holzgefüge, z. B. dicht über dem Wurzelstock, an Astknoten und an exzentrisch gewachsenen Stämmen. Ihr Ausgangspunkt liegt, da der Stamm sich kurz über dem Erdboden am tiefsten abkühlt, im allgemeinen nicht höher als $^1/_2$ bis 1 m über der Erdoberfläche. Erfolgt das Aufreißen von höher

1) Forstl.-naturw. Ztschr. 1896, 483. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1896, 302. — 3) Vgl. Heck: Forstw. Zbl. 1912, 605, 664.

gelegenen Faulstellen, z. B. von Astlöchern aus, wie es hin und wieder vorkommt, so spielt vielleicht das durch solche Löcher eindringende und im Innern sich ansammelnde Meteorwasser durch seine Ausdehnung bei der Eisbildung eine Rolle. Die vom Wurzelstock ausgehenden Risse setzen sich nach oben fort, die von Astlöchern ausgehenden hingegen nach unten. An exzentrisch gewachsenen Stämmen entstehen die Risse vorwiegend auf der Seite des größten Halbmessers.[1])

d) Betriebsart.

Die meisten Frostrisse findet man am Oberholz in Mittelwaldungen, an Kopfholzstämmen, sowie an Mutterbäumen und Überhältern in Hochwaldungen, weil diese Bäume den kalten Luftströmungen nach allen Seiten hin ausgesetzt sind. Aus ähnlichem Grunde sind auch Randbäume vielfach frostrissig. Aber auch an Bäumen des geschlossenen Bestandes gehören Frostrisse keineswegs zu den Seltenheiten (vgl. Busse a. a. O. 77).

Bonhausen veranschlagt die Anzahl der eisklüftigen Eichen im Reviere Kottenforst (Mittelwald) auf über 20%. An manchen Eichenkopfholzstämmen daselbst sind 10—12 teils vom Wurzelstocke, teils vom Kopfe ausgehende Frostrisse beobachtet worden. Der etwa 8000 ha große Kottenforst (bei Bonn) liegt etwa 130 m hoch; der Boden ist Ton mit undurchlässigem Untergrunde.

e) Standort.

Feuchte, nasse Böden (Bruchböden), sowie nördliche und östliche Lagen begünstigen die Frostrißbildung. Auch in engen, von Gewässern durchzogenen Tälern kommen Frostrisse häufig vor, weil hier die Temperatur in kalten Wintern zuweilen sehr tief sinkt. Daß feuchte Standorte der Frostrißbildung in besonderem Maße Vorschub leisten, ist eine allgemein zutreffende Erscheinung. Selbst Holzarten, die sonst wenig frostrißempfindlich sind, neigen zu dieser Beschädigung, sobald sie auf feuchten Böden stocken. Es ist wahrscheinlich, daß die auf solchen Standorten geförderte Ausbildung des Markstrahlgewebes und der hohe Wassergehalt desselben das Aufreißen begünstigen.

Trockene Standorte, namentlich auch frische und kräftige, eine gute Ernährung der auf ihnen stockenden Bäume vermittelnde Böden wirken der Frostrißbildung entgegen.

f) Jahreszeit.

Die Frostrisse bilden sich besonders häufig im Nachwinter, namentlich dann, wenn nach dem Beginne des Saftsteigens plötzlich intensive Kälte eintritt.

Die wasserreichen Rinden- und Splintschichten sind in dieser Zeit für Kälteeinwirkungen leicht empfänglich und ziehen sich stark zusammen, sodaß die als hauptsächlichste Ursache der Frostrißbildung anzusehenden Spannungsunterschiede schneller zustande kommen als im Herbst oder Winter, wo die Gewebe weniger wasserreich sind und die Temperaturerniedrigung zumeist nur allmählich vor sich geht.

4. Vorbeugungsmaßregeln.

1. Trockenlegen nasser Bodenstellen.
2. Herstellung von Waldmänteln an nordöstlichen, östlichen und südöstlichen

---

1) Griesbach, Karl: Allg. F. u. J.-Ztg. 1868, 199.

Bestandsrändern, bzw. Erhaltung dunklerer Randstreifen an den genannten Seiten in Samen- und Lichtschlägen gefährdeter Holzarten.

3. Unterlassung des Überhaltes (von Eichen usw.) in Örtlichkeiten, die zur Bildung von Frostrissen neigen.

Zusatz.

Frostkrebs.

Durch Fröste können an jungen Laubhölzern (Eiche, Esche, Ahorn, Buche, Edelkastanie, Obstbäume usw.), solange sie der örtlichen Frosthöhe noch nicht entwachsen sind, auch krebsartige Erscheinungen hervorgerufen werden.

R. Hartig[1]) erklärt den Vorgang wie folgt: An der Basis der durch intensiven Spätfrost getöteten jungen Seitentriebe löst sich die lebende Rinde und der Bast von der abgestorbenen Rinde ab. Wenn dann starker Frost sich wiederholt, so wird der noch nicht von fester, derber Korkhaut geschützte Überwallungswulst getötet und hierdurch die erste Anlage zur Krebsstelle geschaffen. Ereignen sich einige Jahre lang keine Fröste, so können solche Krebsstellen wieder völlig ausheilen. Wiederholen sich hingegen die Fröste einige Jahre nacheinander, so vergrößern sich die kranken Stellen mit jedem Frostjahr. An der betreffenden Stelle wird auch der Holzkörper bis zum Marke getötet.

Nach Sorauer[2]) nehmen die Frostkrebsgeschwülste ihren Anfang von kleinen, meist in unmittelbarer Nähe der Knospen auftretenden Frostrissen aus, die zur Zeit der üppigsten kambialen Tätigkeit der Achse durch Frühjahrsfröste hervorgerufen werden.

Der Frostkrebs ist eine keineswegs häufige Erscheinung und auf ausgesprochene Frostlöcher (Einsenkungen mit strengem Tonboden) beschränkt. Ob er nach Nördlinger den Früh- und Winterfrösten oder nach R. Hartig und Sorauer den Spätfrösten zuzuschreiben ist, oder ob sämtliche Frostarten Krebse verursachen können, bedarf noch ebenso weiterer Untersuchung, wie die naheliegende Frage nach der Mitwirkung parasitärer Pilze.

Drittes Kapitel.

Das Ausfrieren.[3])

1. Äußere Erscheinung.

Im Nachwinter und Frühjahr (Februar und März), zumal wenn starke Nachtfröste mit Auftauen während des Tages abwechseln, macht man namentlich in Saat- und Pflanzkämpen, bisweilen auch in Freisaaten die Wahrnehmung, daß die jungen Holzpflänzchen durch den Frost mit der Erde emporgehoben werden. Infolge des späteren Auftauens und Niedersinkens des Bodens verlieren sie ihren Halt, kommen mit den Wurzeln, wenn auch nur teilweise, obenauf zu liegen, fallen um und gehen ein.

Man nennt diese dem Landwirt unter dem Namen „auswintern" bekannte Erscheinung Ausfrieren (Frostziehen) der Pflänzchen oder Auffrieren des Bodens. Vielfach bezeichnet man den Vorgang auch kurzweg als Barfrost, weil er fast ausschließlich auf Böden sich abspielt, die einer toten Bodendecke oder eines Pflanzenüberzuges vollkommen bar sind.

---

1) Untersuchungen a. d. forstbotan. Institut zu München I, 135. — Künkele: Forstw. Zbl. 1901, 323. — 2) Handbuch d. Pflanzenkrankh. 3. Aufl. I, 582. — 3) Krit. Bl. 13. Bd. 1839, I, 235. — Nördlinger: das. 43. Bd. 1860, I, 175. — Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1847, 126; 1863, 64. — Fuldner: Ztschr. f. F. u. Jw. 1881, 604.

2. Erklärung.

Durch den Frost wird der Boden in die Höhe gehoben, weil das Volumen des Bodenwassers bei der Eisbildung sich vergrößert. Die Erdkrume nimmt auch die jungen Pflänzchen mit in die Höhe. Wenn nun später Tauwetter eintritt, so sinkt der Boden allmählich wieder auf sein früheres Niveau zurück. Die Pflänzchen vermögen aber nicht zu folgen, weil ihre Würzelchen von den tieferen, noch gefrorenen Bodenschichten festgehalten werden und außerdem auch nicht steif genug sind, um wieder in die Erde eindringen zu können.

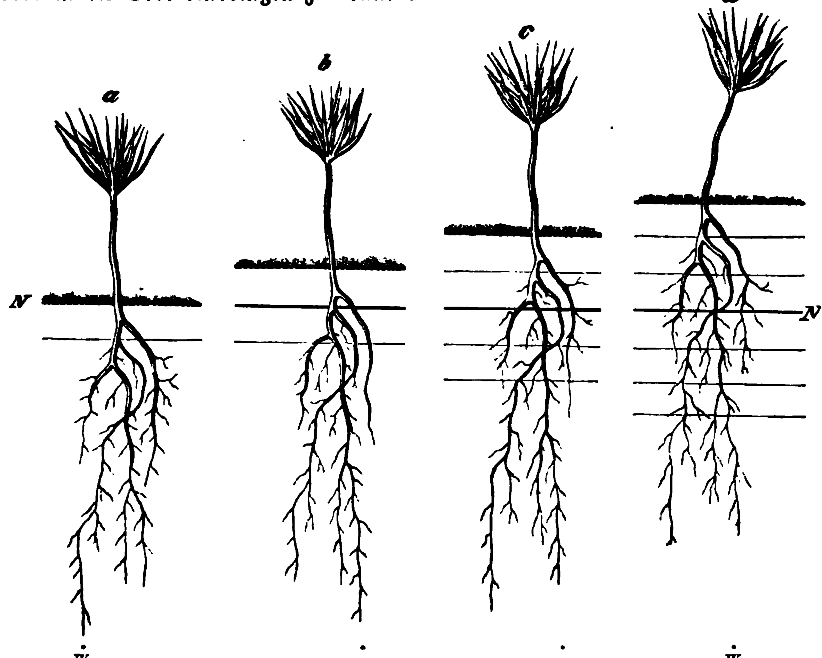


Abb. 82. Durch Barfrost gehobene Fichtensämlinge (nat. Gr.).

Die Abb. 82, *a*—*e* stellt den eben erläuterten Vorgang schematisch dar. *W* bezeichnet den ursprünglich tiefsten Wurzelendpunkt im Boden, die Linie *NN* das ursprüngliche Niveau. Die feinen Linien darüber und darunter begrenzen das Maß der einzelnen, allmählich immer höher auffrierenden Bodenschichten. Abb. 82*e* zeigt die umgefallene Fichtenpflanze nach dem Schmelzen des Eises.

N

Abb. 82e.

3. Schaden nach bedingenden Momenten.

a) Holzart und Holzalter.

Im jugendlichen Alter, namentlich im ersten und zweiten Lebensjahre, sind fast alle Holzarten dem Ausfrieren ausgesetzt, zunächst naturgemäß die flachwurzelnden, in erster Linie Fichte, dann auch Tanne, Birke, Erle, Buche, Hornbaum, Esche usw. Im Gießener Forstgarten beobachtete Heß wiederholt, daß selbst Weidenstecklinge auf tief rajoltem Boden bis zu beträchtlicher Höhe vom Frost gehoben wurden. Hingegen bleiben Edel=

kastanie, Nußbaum- und Hickoryarten, Kiefer und Schwarzkiefer wegen des frühzeitigen Tiefganges ihrer Wurzeln verschont.

Aus der Beschränkung des Ausfrierens auf das jugendlichste Alter der Pflanzen geht, wie schon oben angeführt wurde, hervor, daß hauptsächlich Pflanzenerziehungsstätten und Freisaaten der Schädigung ausgesetzt sind.

b) Standort.

Das Ausfrieren wird durch gewisse Bodenarten und Lagen begünstigt. In dieser Hinsicht gelten folgende Erfahrungen:

1. Boden. Der eigenartige Frostschaden zeigt sich besonders auf leichten, lockeren Böden, vornehmlich auf moorigen und humosen, weil der Frost hier auf größere Tiefe eindringt; dann folgen feuchter Sand, sowie gelockerter Ton- und Kalkboden. Der geringste Schaden zeigt sich auf trockenem Sandboden.

Je lockerer ein Boden ist, desto mehr Feuchtigkeit nimmt er auf; um so größer ist für die Pflanze die Gefahr, vom Frost gehoben zu werden, sofern nicht (wie bei dem gewöhnlichen Sandboden) die Feuchtigkeit nach unten abzuziehen vermag. Verunkrautete Böden neigen weniger zum Auffrieren als unkrautfreie, weil auf letzteren den Wurzeln der Holzpflanzen kein Halt durch Graswurzeln usw. gewährt wird.

2. Lage. Geländemulden und vertiefte Lagen, aus denen die Bodenfeuchtigkeit nicht oder nur langsam abzieht, Südwest-, Süd- und Südosthänge, an denen Nachtfröste und Tageswärme am meisten abwechseln und am häufigsten Gefrieren und Wiederauftauen des Bodens veranlassen, leiden mehr durch Auffrieren als Plateaus, Nordhänge usw.

4. Vorbeugungsmaßregeln.[1])

1. Abführung übermäßiger Bodennässe durch Abzugsgräben oder Drainage.

Im offenen Walde bilden Gräben die Regel; in Forstgärten können Drainröhren in Betracht kommen.

2. Vermeidung der Saat in Örtlichkeiten, die zum Auffrieren neigen; Pflanzung, wo möglich Ballenpflanzung, ist hier besser. Auch die von Alemannsche Klapp-Pflanzung[2]) ist — namentlich für Brücher — zu empfehlen. Frühjahrspflanzungen leiden weniger als Herbstkulturen.

Wenn die örtlichen oder zeitlichen Verhältnisse zur Saat nötigen, so sind folgende Vorsichtsmaßregeln zu beobachten: nur seichte Verwundung des Bodens (im Herbste vor der Saat), gehöriges Durchmischen der mineralischen Erdkrume mit der Dammerde, Anwalzen vor und nach der Saat, Anwendung dichterer und tieferer Saat in Rillen, damit sich die jungen Pflänzchen möglichst gegenseitig Schutz gewähren oder (bei Vollsaat) Miteinsaat von Getreide (Hafer, Staudenkorn).[3]) Diese Vorsichtsmaßregeln gelten, soweit es tunlich erscheint, auch für Saatkämpe.

3. Möglichste Erhaltung des natürlichen Bodenüberzuges, zumal der etwa vorhandenen Moosdecke.

4. Für Saat- und Pflanzkämpe empfehlen sich noch folgende besondere Maßregeln:

a) Mischung toniger Böden mit (etwa 25—33%) Sand.

---

1) Protokoll d. Vers. Thüring. Forstw. 1864, 72; 1872, 20. — 2) v. Alemann: Üb. Forstkulturwesen. 3. Aufl., Lpzg. 1884, 59f. — 3) Hennig: Ill. Jagd-Ztg. 1878, 115.

b) Höherlegen der Beete und Vertiefen der Beetpfade, damit die Beete besser abtrocknen.

c) Herstellung etwas breiterer, tiefer Saatrillen und Anwendung dichterer Saat. Ein Jahr lang vermögen die Sämlinge den dichteren Stand ohne größeren Nachteil für ihre Entwickelung zu ertragen.

d) Bedecken der Zwischenräume zwischen den Saatrillen oder Pflanzreihen mit Stroh, Moos, Laub, Binsen, Sägemehl oder einem anderen schlechten Wärmeleiter.

Man nimmt das Bedecken im Vorwinter vor, sobald das Erdreich tüchtig durchgefroren ist, um das Auftauen im Frühjahre zu verlangsamen. Sind alte Meilerstätten in der Nähe, so kann mit Vorteil auch Kohlengestübbe (Kohlenklein), mit Sand vermengt, als Deckmaterial verwendet werden. — Bei Verwendung von Stroh als Deckmaterial sind für ein Beet von 5 qm Fläche mindestens 5—6 kg Roggenstroh erforderlich.

Schaal[1]) (Sachsen) empfiehlt Schüttenstroh nach allen Richtungen hin als bestes Deckmaterial und gruppiert die übrigen Deckmittel in folgender Reihe: Tannenreisig, Kiefernreisig, Moos (Hypnum-, Polytrichum-, Bryum-Arten), Birken- und Weidenreisig, Heide- und Heidelbeerkraut, Kulturerde, Fichtenreisig.

e) Wiederausgleichen der beim Jäten zwischen den Saatrillen entstehenden Vertiefungen mit guter Erde.

f) Belassen eines leichten Unkrautüberzuges nach der Sommerjätung, etwa von Ende August ab, weil die Erdkrume durch die Graswürzelchen gleichsam gebunden und zusammengehalten wird. Späte mit Bodenlockerung verbundene Herbstjätungen sind zu vermeiden. Wo die Entfernung schädlicher Unkräuter noch im Herbst notwendig wird, empfiehlt es sich, sie nur abzuschneiden.

g) Anhäufeln der Pflanzen im Herbst durch Heranziehen der Erde von den Seiten her bzw. Übersieben der Beete mit klarer Erde, bis die Pflänzchen halb bedeckt sind.

Die durch den Frost gehobenen Pflänzchen sind möglichst schnell wieder anzudrücken, um das Austrocknen der Wurzeln zu verhindern. Die Beete sind mit etwas feiner Erde oder Rasenasche zu übersieben, damit die Pflänzchen wieder so tief wie früher zu stehen kommen.[2])

Zweiter Abschnitt.

Schutz gegen Hitze.

Das als Hitze bezeichnete Übermaß von Sonnenwärme wirkt in dreierlei Hinsicht nachteilig auf das Pflanzenwachstum ein; es verursacht:

a) Absterben von Samen, jungen und älteren Pflanzen oder von Pflanzenteilen. Ursache des Absterbens sind Überhitzung der Bodenoberfläche (bei Keimlingen und jungen Pflanzen) oder Austrocknung des Bodens und Herbeiführung von Wassermangel. Im letzteren, beim Absterben älterer Pflanzen oder von Teilen solcher wohl ausschließlich in Betracht kommenden Falle spricht man von Dürreschaden oder Verdorren.

b) Absterben der Rinde an Schäften (und Ästen) älterer Bäume (Sonnen- oder Rindenbrand).

c) Rißbildungen an älteren Bäumen (Hitzerisse).

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1865, 209. — 2) Fürst: Pflanzenzucht i. Walde. 4. Aufl., Berlin 1907, 143.

Erstes Kapitel.

Überhitzung und Austrocknung (Dürre) des Bodens.[1])

1. Äußere Erscheinung.

Die durch übermäßige Erhöhung der Bodentemperatur oder durch Dürre getöteten Holzpflanzen bzw. Baumteile sehen fast aus als wären sie erfroren. Blüten, Blattorgane und junge Triebe werden zuerst welk und schlaff, dann rot, zuletzt braun, schrumpfen zusammen und fallen schließlich ab. Vertrocknete Blätter können unter Umständen aber auch lange Zeit am Baume hängen bleiben.

2. Erklärung des Hitzetodes.

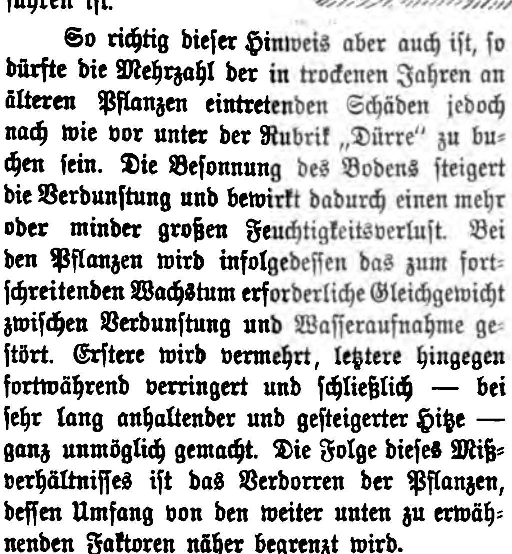
Der Hitzetod ist entweder eine direkte oder eine indirekte Folge übermäßiger Sonnenwärme und kommt vermutlich in beiden Fällen durch molekulare Stoffumlagerung des Protoplasmas, d. h. in derselben Weise zustande, wie der Frosttod. Beim Tod junger Pflanzen durch Überhitzung findet, wie Mayr[2]) sich ausdrückt, eine Verbrennung statt. Gleichgültig, wie man den Vorgang nennt, jedenfalls erhitzt sich bei bestimmten Witterungs- und Standortsverhältnissen der Boden an seiner Oberfläche durch direkte Sonnenbestrahlung derart, daß die Tödlichkeitsgrenze für vegetierende Pflanzenzellen überschritten wird. Nach Mayr und Münch[3]) liegt diese Tödlichkeitsgrenze bei 54° C. Erhitzt sich die oberste Bodenlage bis zu diesem Grade oder, wie von Ebermayer und den genannten Autoren beobachtet worden ist, noch darüber hinaus, so stirbt die Pflanze an der Berührungsstelle mit der Bodenoberfläche um so leichter ab, je weniger ihr Schaft verholzt ist. Auf diese Weise geschädigte Sämlinge fallen zumeist um (Abb. 83). An älteren, bereits verholzten Pflanzen legt sich oftmals über dem abgestorbenen und einschrumpfenden Fußpunkte Zuwachs an. Da sich an der dann eingeschnürt erscheinenden Stelle in der Regel Pilze, und zwar an verholzten Pflanzen Pestalozzia Hartigii v. Tub., an krautigen Keimlingen Fusoma- und Fusarium-Arten rasch anzusiedeln pflegen (vgl. S. 245 und 246), ist das Absterben der Pflänzchen bzw. das Auftreten der von v. Tubeuf[4]) treffend als Fußringelkrankheit bezeichneten Einschnürungskrankheit zeither den genannten Pilzen zugeschrieben worden. Wie schon oben (S. 246) erwähnt, bringt Münch[3]) die Fußringelkrankheit mit Überhitzung der Bodenoberfläche in Zusammenhang und es ist sehr wahrscheinlich, daß er damit das Richtige trifft.

Ebenso dürften der genannte Autor und Mayr (a. a. O. 88) ohne Zweifel Recht haben, wenn sie der zeither üblichen Erklärung der Hitzeschäden entgegentreten

1) Die Literatur über Dürreschäden ist infolge der extrem trockenen Jahre 1904 und 1911 außerordentlich umfangreich geworden. Erwähnt seien nur einige der beachtenswertesten Arbeiten: Grebe, C.: A. d. Walde (Burckhardt) II, 1869, 42. — Junack: Die Dürre des Sommers 1904 usw. Neudamm 1907; D. Forst-Ztg. 1906, 769, 789, 809. — Bericht d. Deutsch. Forstv. 1905, 79; 1912, 87, 94, 168. — Thaler: Allg. F. u. J.-Ztg. 1906, 5. — Österr. F. u. J.-Ztg. 1905, 2. — Frhr. Schenk v. Schmittburg: Silva 1911, 281; Allg. F. u. J.-Ztg. 1912, 212. — Krug: Forstw. Zbl. 1912, 81. — D. Forst-Ztg. 1912, 195, 263, 304, 409, 590. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1912, 410.

2) Waldbau usw. 18, 88. — 3) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 557; 1914, 169. — Silva 1914, 55. — 4) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1914, 19.

und darauf hinweisen, daß in trockenen Jahren ein mehr oder weniger großer Teil der Abgänge nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, auf Vertrocknung, sondern auf Überhitzung zurückzuführen ist.



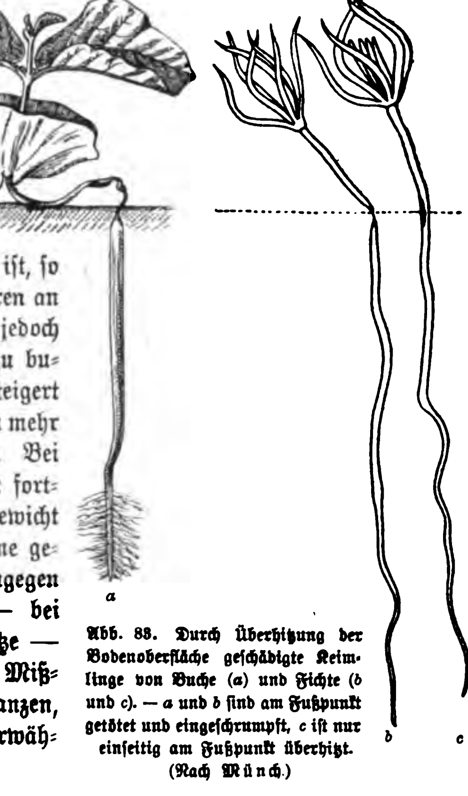


Abb. 88. Durch Überhitzung der Bodenoberfläche geschädigte Keimlinge von Buche (a) und Fichte (b und c). — a und b sind am Fußpunkt getötet und eingeschrumpft, c ist nur einseitig am Fußpunkt überhitzt. (Nach Münch.)

So richtig dieser Hinweis aber auch ist, so dürfte die Mehrzahl der in trockenen Jahren an älteren Pflanzen eintretenden Schäden jedoch nach wie vor unter der Rubrik „Dürre" zu buchen sein. Die Besonnung des Bodens steigert die Verdunstung und bewirkt dadurch einen mehr oder minder großen Feuchtigkeitsverlust. Bei den Pflanzen wird infolgedessen das zum fortschreitenden Wachstum erforderliche Gleichgewicht zwischen Verdunstung und Wasseraufnahme gestört. Erstere wird vermehrt, letztere hingegen fortwährend verringert und schließlich — bei sehr lang anhaltender und gesteigerter Hitze — ganz unmöglich gemacht. Die Folge dieses Mißverhältnisses ist das Verdorren der Pflanzen, dessen Umfang von den weiter unten zu erwähnenden Faktoren näher begrenzt wird.

3. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Hohe Wärmegrade verhindern das Keimen der Holzsamen, weil die zum Keimprozeß erforderliche Feuchtigkeit verloren geht, und führen das Absterben jüngerer und älterer Pflanzen herbei.

Auch wenn es bei älteren Bäumen nicht zum völligen Absterben kommt, sind infolge vorzeitigen Verdorrens und Abfallens des Laubes und der jungen Triebe Wuchsstörungen und Zuwachsverluste meist unvermeidlich. Die Größe derselben hängt sowohl von der Dauer und Intensität der Trockenheitsperiode, wie namentlich auch von deren zeitlichem Verlauf ab. Trockenheit zu Beginn der Vegetationszeit vermindert das Längenwachstum der Triebe und das Stärkenwachstum des laufenden Jahres (1893). Im Sommer (Juli, August) eintretender Wassermangel macht sich, wenn auch keineswegs immer, so doch oft genug ebenfalls im Stärkenzuwachs des Dürrejahres, namentlich aber im Höhen- und Stärkenzuwachs des nachfolgenden Jahres bemerkbar.[1]) Gewöhnlich kennzeichnen sich Dürrejahre — ebenso wie Frostjahre — auf Baumscheiben durch schmälere Jahresringe. In vielen Fällen weisen diese im Dickenwachstum zurückgebliebenen Jahresringe einen geringeren prozentischen

1) Cieslar: Zbl. f. d. ges. Fw. 1907, 288, 289.

Anteil am Spätholze auf als die in normalen Jahren gebildeten. Eine solche Verringerung in der Bildung von Festigungsgewebe bedeutet qualitative Verschlechterung des Holzes, da mit geringeren Spätholzanteilen geringere spezifische Holzgewichte parallel laufen. Dürreperioden während der Vegetation drücken mithin auch die Qualität des Holzes etwas herab.

Über den Rückgang des Stärkenzuwachses infolge der Dürre des Sommers 1893 hat Professor Henry (Nancy) an mehr als 250 Bäumen Untersuchungen angestellt, deren Ergebnisse die folgende Übersicht veranschaulicht: [1])

Holzarten	Bodenarten	Der Stärkenzuwachs sank in den Jahren				
		1891	1892		1893	
		von	auf	Verlust in %	auf	Verlust in %
Eiche	tonig-sandiger Boden	100	83	17	77	23
—	kalkiger Boden	100	91	9	75	25
Buche	tiefgründiger Tonboden	100	77	23	41	59
—	flachgründiger Kalkboden	100	56	44	30	70
Hornbaum	—	100	86	14	49	51
Fichte	—	100	77	23	44	56

Auf 11 von K. Böhmerle[2]) untersuchten Durchforstungs-, Lichtungs- usw. Versuchsflächen der Mariabrunner Versuchsanstalt machte sich der Einfluß des Dürrejahres 1904 in mehr oder weniger starkem Sinken des Kreisflächenzuwachsprozentes der Jahre 1904 und 1905 bemerkbar. Auf den meist beschädigten Flächen — das waren fast durchgängig die stärker durchforsteten bzw. gelichteten Versuchsflächen — stieg das Verlustprozent bei Buche im Jahre 1904 bis auf 1,5, im Jahre 1905 bis 1,8; bei Schwarzkiefer 1904 bis auf 3,6, 1905 bis 4,5. — Der zuwachsmindernde Einfluß des Jahres 1904 war sogar in einem über 100 Jahre alten Buchenbestande wahrnehmbar.

Durch vorzeitigen, durch Dürre hervorgerufenen Laubabfall („Hitzelaubabfall" nach Wiesner[3])) erleiden die Pflanzen einen beträchtlichen Verlust an Stickstoff und Phosphorsäure. Der Gehalt an diesen wichtigen Nährstoffen ist in den sommerdürren Blättern fast noch einmal so groß als in den normal ausgereiften Blättern des Herbstabfalles. Ungünstig wirkt anhaltende Sommerdürre auch auf die Fruchtbildung der Waldbäume ein; die Samen bleiben vielfach klein und sind zum großen Teile taub.

Als weiterer mit anhaltender warmer, trockener Witterung unmittelbar zusammenhängender Schaden ist Vermehrung des Dürrholzanfalles (der sog. „Trocknis") in jüngeren und älteren Stangenhölzern, teilweise auch in Altholzbeständen zu erwähnen. Das Absterben älterer Bäume wird naturgemäß von den nachstehend näher betrachteten Einzelfaktoren wesentlich bedingt und erfolgt — oft nesterweise — besonders bei Fichte auf flachgründigen oder nassen Böden, in Südlagen usw.

Direkte Folgen des Absterbens der jungen Pflanzen in den Kulturen und Pflanzenerziehungsstätten sind neben den hierdurch herbeigeführten Zuwachsverlusten: Rückgang der Bodengüte durch Aushagerung, teilweise erhöhte Ausbesserungs- und Wiederanbaukosten, sowie Schwierigkeiten bei der Deckung des notwendigen Pflanzenbedarfes.

Nach Roth[4]) stieg nach dem Trockenjahr 1893 der Dürrholzanfall im badischen Forstamt Schopfheim von 4,2 auf 6,2% des Einschlages. — In den sächsischen Staatsforsten wurde der Mehrausfall an Dürrhölzern infolge des trockenen Sommers 1911 auf 50—75%

1) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1895, 265. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1907, 193. — 3) Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1904, 501. — 4) Forstw. Zbl. 1896, 170.

des Dürrholzanfalles normaler Jahre geschätzt.[1]) — Im Eisenacher Forste wurden nach 1911 auf 1000 ha 2000 fm Fichtendürrholz eingeschlagen.[2])

Wie umfangreich die infolge Eingehens von Kulturen notwendig werdenden Neuanbaue und Ausbesserungen im einzelnen Falle werden, mögen die nachstehenden Angaben zeigen. In 42 schlesischen Revieren betrug die Größe der nachgebesserten Flächen nach 1904 rund 1000 ha.[3]) — Im Nürnberger Reichswald gingen 1911 ebenfalls rund 1000 ha jüngere und ältere Kiefernkulturen zugrunde.[4]) — In den sächsischen Staatsforsten betrug die Dürrfläche des Jahres 1911 (schätzungsweise) 1600 ha. Die Kosten für ihren Wiederanbau wurden auf 800000 Mk. geschätzt.[1]) — In den Anhalter Staatsforsten sind 100000 Mk. zu gleichem Zwecke gebraucht worden.[5])

Als sekundäre Folgen der Trockenhitze endlich sind Steigerung der Waldbrandgefahr und größere Empfänglichkeit der unter der Dürrewirkung kränkelnden Kulturen und Bestände für Rüssel- und Borkenkäferfraß, Pilzangriffe (Agaricus melleus) usw. hervorzuheben.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Die aus früherer Zeit, sowie aus den extremen Trockenheitsjahren 1904 und 1911 in großer Anzahl vorliegenden Beobachtungen über die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Holzarten gegen Hitze stimmen ebenso wenig allenthalben überein wie die Beobachtungen über die Frosthärte. Sie lassen aber erkennnen, daß im großen ganzen die Laubhölzer besser widerstehen als die Nadelhölzer und weisen auf die sehr naheliegende Tatsache hin, daß flachwurzelnde Holzarten mehr unter der Dürre leiden als tiefwurzelnde.

Die Empfindlichkeitsskala der Holzarten gegen Hitze dürfte sich, wenn man drei Gruppen bildet und das jugendliche Alter ins Auge faßt, etwa wie folgt gestalten:

1. Gruppe. Stark empfindliche Holzarten.

Fichte, Weymouthskiefer, Lärche, japanische Lärche, Riesenlebensbaum. — Schwarzerle, Buche, Birken, Esche.

2. Gruppe. Mäßig empfindliche Holzarten.

Tanne, Stechfichte, Sitkafichte, Lawsons Scheinzypresse, Douglasie (grüne) — Berg- und Spitzahorn, Hornbaum, Eichen, amerikanische Esche.

3. Gruppe. Wenig empfindliche Holzarten.

Gemeine Kiefer, Schwarzkiefer, Bankskiefer, Pechkiefer, Wacholder, Omorikafichte, blaue Douglasie — Ulmen, Feldahorn, Roßkastanie, Robinie, Sorbus-Arten, Vogelkirsche, Roteiche, spätblühende Traubenkirsche.

Im einzelnen gehen, wie schon angedeutet wurde, die Beobachtungen der über die Folgen von Dürrejahren Bericht Erstattenden auseinander. So stellt z. B. Junack (a. a. O. 16) auf Grund der Erfahrungen von 1904 die Birke an die Spitze der hitzeempfindlichsten Holzarten und läßt auch noch europäische und japanische Lärche, Weymouthskiefer und Erle der Fichte vorangehen. Das Dürrejahr 1911 hingegen hat fast durchgängig eine größere Empfindlichkeit der Fichte gegenüber den anderen Holzarten erkennen lassen. In den ebenen Gegenden Ungarns litt die Robinie 1904 außerordentlich, während sie sich 1911 in der Rheinprovinz allgemein bewährte.

1) Bericht d. sächs. Forstvereins 1912, 127. — 2) Allg. F. u. Ztg. 1912, 410. — 3) Jahrb. d. Schles. Forstvereins 1905, 131. — 4) Fürst: Forstw. Zbl. 1912, 87. — 5) D. Forst-Ztg. 1912, 226.

b) Holzalter.

Am meisten gefährdet sind unsere Holzgewächse in den ersten Lebensjahren. Als Sämlinge und kleine Pflanzen sind sie namentlich dem Tod durch Überhitzung, später hauptsächlich dem Dürreschaden ausgesetzt. Bis zu welchem Alter diese Gefahr besteht, hängt vornehmlich von den Standortsverhältnissen ab. Auf armen, flachgründigen Böden und in heißen Lagen ohne Seitenschutz gehen die Pflanzen oft noch bis zum 12—15. Lebensjahr ein.

Im allgemeinen steht der Umfang der Eingänge im umgekehrten Verhältnis zum Alter der Kulturen. Vielfach ist aber auch die entgegengesetzte Beobachtung gemacht worden, daß der Dürreschaden in den älteren Kulturen größer war als auf den im Dürrejahr angebauten Flächen. Die Erklärung für diese auch 1904[1]) und 1911[2]) von neuem bestätigte Erscheinung ist in der größeren Krümelstruktur und geringeren Verunkrautung der frisch gelockerten Böden zu suchen. Tau und Regen vermögen hier besser einzudringen als in den älteren, bisweilen durch eine dichte Bodendecke abgeschlossenen Kulturen. Lockere, nicht oder nur mäßig verunkrautete Böden halten die Feuchtigkeit auch besser als die bereits wieder verdichteten Böden der früheren Kulturen. Über die größere oder geringere Widerstandsfähigkeit der jüngsten Kulturen entscheidet vielfach die Kulturzeit. Die zeitiger im Frühjahr ausgeführten Kulturen haben sich immer besser gehalten als die späten. Wenn Ausnahmen hiervon vorkommen, so liegt der Grund wohl meist in zufälligem Zusammentreffen trockener Witterung (trockener Winde) mit dem Kulturgeschäft.

Daß bei längerer Dauer und größerer Intensität der Dürre die Eingänge nicht auf die erste Altersklasse beschränkt bleiben, sondern — namentlich bei Fichte — in wechselndem Maße auch auf die jüngeren und älteren Stangenholzorte sich erstrecken, wurde bereits oben erwähnt.

c) Standort.

In ebenen Lagen, im Hügel- und Bergland ist der Hitzeschaden größer als im Gebirge, weil im letzteren frischerer Boden, feuchtere Luft und reichlichere Niederschläge vorhanden sind. In Höhenlagen über 400—500 m Meereshöhe sind Dürreschäden im allgemeinen wenig zu fürchten. Am meisten leiden die flachgründigen Köpfe und schmalen Bergrücken.

Was die Expositionen anlangt, so werden die Süd-, Südost- und Südwestseiten von der Dürre weit mehr heimgesucht als die anderen Neigungsrichtungen. An den Nordhängen leiden die Pflanzen am wenigsten. Je steiler der einzelne Hang ist, desto größer der Pflanzeneingang. In sehr engen, beiderseits kahlen oder nur wenig bewaldeten Tälern, Felsenkesseln usw. wird der Austrocknungsschaden durch Reflexion der Sonnenstrahlen oft beträchtlich gesteigert (Widerhitze). Ebenso sind auch in eingeschlossenen, windstillen Lagen die durch Überhitzung hervorgerufenen Schäden mehr zu fürchten als auf freien Kahlflächen. Auf den letzteren fördert der Wind zwar die Austrocknung des Bodens und unterstützt infolgedessen das Entstehen von Dürreeingängen, andererseits wirkt er der intensiven Erwärmung der

1) Junack: a. a. O. 19. — 2) Künkele: Bericht d. Pfälz. Forstvereins, 20. Vers. 1912, 58. — D. Forst-Ztg. 1912, 195, 263, 304, 409. — Bericht d. Sächs. Forstvereins 1912, 125.

Bodenoberfläche durch Fortführung der untersten Luftschichten, d. h. durch Abkühlung entgegen und schwächt dadurch den Überhitzungsschaden ab.

Gegenüber **Austrocknung** verhalten sich unter den **Bodenarten** alle **flachgründigen**, ferner die **Kalk-** und **Kiesböden** am ungünstigsten. Ihnen folgen die schiefrigen, grusigen und Schotterböden, die Böden mit Tonuntergrund und die Moorböden. Auch alle schwereren und bindigeren Böden, namentlich die strengen Tonböden, leiden mehr. Gesteigertes Absterben zeigt sich in Dürrejahren oft auch in sog. **Naßgallen**. Günstiger verhalten sich die sandigen Böden, wenn sie tiefgründig und frisch sind, und am widerstandsfähigsten gegen Dürre sind der tiefgründige, milde, sandig-lehmige Boden, sowie der Lehmboden.

Dieses verschiedene Verhalten erklärt sich folgendermaßen:

Verangerter Kalkboden nimmt wenig Feuchtigkeit auf und erwärmt sich stark, verdunstet daher sein Bodenwasser rasch. Toniger Kalk- und Tonboden verhärtet bei anhaltender Dürre und bekommt weite Risse und Sprünge. Magerer Sandboden leidet mehr als frischer, weil letzterer stetiges Aufwärtssteigen der Grundfeuchtigkeit gestattet. Ebenso nehmen lehmige und sandig-lehmige Böden die Niederschläge leicht auf und vermögen den Abgang an Feuchtigkeit in den oberen Bodenschichten aus dem Untergrunde zu ersetzen. Naßgallen hingegen besitzen meist einen lettigen, mithin undurchlässigen Untergrund. Somit kann keine Wasserzufuhr von unten stattfinden, sobald die in der oft nur flachen oberen Bodenschicht vorhandene Feuchtigkeit aufgezehrt ist. Infolgedessen sterben die in solchen Naßgallen stockenden Kulturen in trockenen Zeiten leicht ebenso horst- und nesterweise ab wie Bestände auf Böden mit sonst flachem Grundwasser, wo der Untergrund nach dem Sinken des Grundwasserspiegels das Wasser nicht oder nur schlecht nach oben zu leiten vermag.

Nach übereinstimmenden Beobachtungen sind Kulturen auf altem Waldboden weniger dürregefährdet als auf Aufforstungsflächen.

Insoweit es sich speziell um **Überhitzungsschäden** handelt, spielen Farbe, Frische und Dichte des Bodens eine nicht unwesentliche Rolle. Dunkle Böden, vornehmlich also die humosen und torfigen, absorbieren mehr Wärme als helle Böden und nehmen somit die höchsten Oberflächentemperaturen an. Feuchte und dicht gelagerte Böden leiten die Wärme rascher ab als trockene und locker gelagerte. Letztere — humose, lockere Sandböden — erwärmen sich infolgedessen bei Sonnenbestrahlung viel stärker an der Oberfläche und bringen häufig Überhitzungsschäden mit sich.

d) Bodenüberzug.

Forstunkräuter, zumal Heide, befördern bei dichtem Auftreten die Dürre, indem sie den Boden verwurzeln und viel atmosphärische Feuchtigkeit wegnehmen, die sonst dem Boden und den Holzgewächsen zugute kommen würde. Eine leichte Beschattung durch mehr vereinzelt stehende hochstaudige Waldkräuter hingegen wirkt durch Seiten- und Schirmschutz wohltätig. Besonders nützlich sind in dieser Hinsicht Farnkraut, Kreuzkräuter, Weidenröschen, Him- und Brombeere, sowie Besenpfrieme. Auch Gräser vermögen, zumal auf den frischeren Standorten, den zwischen ihnen stehenden Holzpflanzen durch Beschattung gute Dienste zu leisten.

Mäßige Moorschichten oder tote, aus Streu bestehende Bodendecken halten die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit zurück und erweisen sich hierdurch meist nützlicher als andere Bodenüberzüge. Andererseits leisten alle derartigen Bodendecken dem Entstehen von Überhitzungsschäden in gleicher Weise Vorschub wie die noch mit Schälrinden überdeckten Schlagflächen. Stärkere Trockentorflagen aber sind auf alle Fälle schädlich; sie unterstützen sowohl den Austrocknungs-, wie namentlich auch den Überhitzungsschaden.

e) Bestandesschluß.

Den größten Schaden durch Hitze erleiden die im Freien ausgeführten Saaten und Pflanzungen, solange sich die Kulturen noch nicht geschlossen haben. Im späteren Alter sind räumige oder gar lückige Bestände mehr gefährdet als vollkommen geschlossene Orte. Der Einfluß des Schlusses geht sogar soweit, daß empfindliche Holzarten, wie die Fichte, unter Umständen in Mischungen mit anderen Holzarten mehr leiden als im reinen Bestande.[1]) In Naturverjüngungen pflegt der Jungwuchs in den stärker gelichteten Partien größere Eingänge in Dürrejahren zu zeigen als dort, wo er sich im Schutze enger stehender Mutterbäume befindet. Besonders auffällig werden die Dürreeingänge gewöhnlich dicht am Fuße der alten Stämme. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch in mit Überhältern überstellten Kulturen. Für das Austrocknen und Ausmagern des Bodens unter den Überhältern, namentlich bei solchen mit heller Rinde (Buche, Hornbaum, Birke, Tanne), werden — und zwar nicht ganz mit Unrecht — die vom Schaft abprallenden und zu Boden geworfenen Sonnenstrahlen verantwortlich gemacht. Es ist aber richtig, die Erklärung für das Eingehen des unter dem Überhälter stehenden Jungwuchses nicht allein in der Reflexwärme, sondern zum anderen Teil auch im Schirmdruck des Überhälters, im Abfangen eines Teiles der Niederschläge durch die Bekronung des letzteren und nicht zum mindesten in der Wurzelkonkurrenz zu suchen. Daß die Hitzeschäden durch zurückgeworfene Sonnenhitze (Widerhitze) bisweilen erheblich gesteigert werden können, ist eine namentlich an südlichen Bestandsrändern oft deutlich zum Ausdruck kommende Erscheinung. Die Sonnenstrahlen prallen von den Randbäumen ab und „brennen" die Nachbarkulturen bzw. die Felder auf einem mit dem Traufe mehr oder weniger regelmäßig vor- und zurückrückenden Streifen aus.[2]) An Laubholzträufen tritt der durch Reflexwärme hervorgerufene Schaden meist schärfer hervor als an Nadelholzträufen.

Südliche Bestandsränder gefährden auf diese Weise nicht nur ihre nächste Nachbarschaft, sondern sind auch selbst Hitzeschäden weit mehr ausgesetzt als alle anderen Seiten der Bestände. Nach Beobachtungen aus den letzten Dürrejahren sind geschlossene, in ihrem Inneren im großen ganzen unbeschädigt gebliebene Fichtenbestände an den Rändern, und zwar vornehmlich an den Südseiten, auf einem bis zu 15 m breiten Streifen mehr oder minder dürr geworden.

f) Anbaumethode.

Von mancherlei, ab und zu sogar häufigeren Ausnahmen abgesehen, sind Saaten, ganz besonders Spätsaaten aller Art und Nadelholzsaaten im besonderen, Hitzeschäden mehr ausgesetzt als Pflanzungen. Von diesen wieder bewährt sich nach den meisten Erfahrungen Hackpflanzung um so besser, je mehr auf Herstellung großer Pflanzlöcher und auf gute Bodenbearbeitung geachtet wird. Alle mit geringer oder gar keiner Bodenbearbeitung verbundenen Pflanzverfahren (Steck- und Spaltpflanzungen) sind weniger gut. Ebenso empfehlen sich Obenaufpflanzungen (Hügel- und Plaggenpflanzungen) für unter Hitzeschaden leidende Reviere gar nicht. Die Hügel bzw. Plaggen, erstere namentlich dann, wenn sie schlecht und nicht fest genug gedeckt

---

1) D. Forst-Ztg. 1912, 590. — Bericht d. Sächs. Forstvereins 1912, 132. — 2) Vgl. Eulefeld: Allg. F. u. J.-Ztg. 1912, 336.

sind, trocknen zu stark aus. Direkt auf den Bodenüberzug angeschüttete Hügel versagen mehr als die durch Entfernung der Bodendecke in Verbindung mit dem Boden gebrachten. Auch den Ballenpflanzungen wird zum Teil größere Empfindlichkeit gegen Hitze nachgesagt. Die hier und da beobachteten stärkeren Eingänge von Ballenpflanzungen hängen aber wohl weniger mit der Pflanzmethode als vielmehr mit schlechter Ausführung der Pflanzung zusammen. Ballen und Ballenpflanze trocknen allerdings leicht aus, wenn sehr kleine Ballen gestochen werden und wenn beim Pflanzen festes Eindrücken des Ballens und Herstellung einer guten Verbindung zwischen Ballen- und Lochwand (durch Zufüllen der Spalten, Andrücken usw.) vernachlässigt wird. Wo man diesen Anforderungen Rechnung trägt, bewährt sich die Ballenpflanzung als eine auch für trockene Standorte und Dürrejahre geeignete Pflanzmethode.

Soweit das Pflanzmaterial in Betracht kommt, sind Alter und Erziehungsart von gewisser, wenn auch nur geringer Bedeutung für die Größe der Dürreeingänge. Der jüngeren, gut bewurzelten Pflanze wird das Einwurzeln leichter; auch ist das Verpflanzen bei ihr meist nicht mit so erheblichen Wurzelverletzungen verbunden wie das Verpflanzen älterer Pflanzen. Heisterpflanzungen pflegen mehr unter Dürre zu leiden als Loden- und Jährlingspflanzungen. Unter den Nadelhölzern wird bei Kiefer der einjährigen Saatpflanze, bei Fichte der mehrjährigen kräftigen Schulpflanze die größere Widerstandsfähigkeit gegen Hitze von manchen Seiten zugeschrieben.

Hinsichtlich der Kulturzeit gilt, wie bei der Saat, auch für Pflanzungen der Satz, daß späte Kulturen in Dürrejahren und auf trockenen Böden im allgemeinen weniger gut gedeihen als frühzeitig ausgeführte Kulturen, gleichgültig, ob es sich um Frühjahrs- oder Herbstkulturen handelt.

Von größter Bedeutung für den Umfang der Dürreeingänge in den Kulturen sind Zeit und Maß der Bodenbearbeitung. Übereinstimmende Erfahrungen aus Dürrejahren bezeugen den Wert guter Bodenlockerung. Vielfach haben sich namentlich diejenigen Kulturen widerstandsfähig gezeigt, auf denen die Bodenbearbeitung schon im Herbst vorgenommen worden war. Frühjahrsbearbeitung ließ hier und da zu wünschen übrig, und zwar um so mehr, je weniger tief und gründlich der Boden bearbeitet wurde. Es fehlt aber auch nicht an vereinzelten Erfahrungen, die gegen intensive Bodenbearbeitung sprechen. Sie sind namentlich auf an sich lockeren Böden (grobe Sand- und Quarzitböden) gesammelt worden.

Das Unterbringen stärkerer Bodenüberzüge (Rasen- und Unkrautdecken, Rohhumuspolster) bei der Bodenbearbeitung hat sich ziemlich allgemein um so schädlicher erwiesen, je dicker die eingebrachte, die Kapillarität unterbrechende Schicht war und je weniger tief sie untergebracht wurde.

g) Jahreszeit.

Von Bedeutung für den Umfang des Austrocknungsschadens ist neben der Dauer der heißen, bei Vorherrschen austrocknender Ostwinde noch besonders gefährlich werdenden Witterung die Zeit des Eintrittes der Trocknis. Am verderblichsten pflegen trockene Frühjahre zu sein. Ist schon der Mai trocken, so wird die Winterfeuchtigkeit von den Pflänzchen rasch verbraucht, zumal bei Mitwirkung anhaltender Ostwinde. Wenn dann kein Wiederersatz erfolgt, so sterben wenigstens die neuen

Saat- und Pflanzkulturen leicht ab. Sind auch die Monate Juni und Juli noch heiß, so greift der Dürreschaden immer weiter um sich.

Der durch Überhitzung herbeigeführte Schaden ist von der Jahreszeit weniger abhängig als der Austrocknungs(Dürre-)schaden, steigert sich aber naturgemäß auch in dem Maße, wie der Boden trocken wird, weil, wie schon unter c) erwähnt wurde, die Erhitzung der obersten Bodenschicht bei gleicher Wärme auf trockenem Boden einen höheren Grad erreicht als auf frischem.

Das Verdorren der Pflanzen erfolgt hiernach bald schon im Vorsommer, bald erst später. Gewöhnlich sterben die Pflanzen, wenn es sich um Dürreeingänge handelt, in der Mehrzahl erst in der zweiten Hälfte des Juli und in der ersten Hälfte des August ab, sodaß der mehr oder weniger schädliche Vorübergang trockener Perioden an den jungen und älteren Kulturen vor Ende August gewöhnlich nicht mit Sicherheit beurteilt werden kann.

C. Dürrechronik.

Nagel[1]) zählt — unter Bezugnahme auf Schnurrers Chronik für den Zeitraum von 988 bis 1869 im ganzen 45 Dürrejahre auf; hiernach würde durchschnittlich auf je 20 Jahre ein Dürrejahr kommen. Vom 18. Jahrhundert ab ergibt sich aber schon aus dieser Aufstellung eine bedeutende Zunahme der trocken-heißen Sommer und im 19. und 20. Jahrhundert ist die Zahl der Dürrejahre noch mehr gewachsen. Das erklärt sich zweifellos dadurch, daß in der früheren Chronik der Begriff des Dürrejahres wesentlich enger gefaßt worden ist als später.

Durch besondere Trockenheit waren in neuerer und neuester Zeit folgende Jahre ausgezeichnet: 1800, 1807, 1811, 1822, 1834, 1842, 1846, 1857[2]), 1858, 1859[3]), 1863[4]), 1865[5]), 1868[6]), 1874, 1876, 1881, 1883, 1889, 1892, 1893, 1898 (Herbst), 1904[7]) und 1911.[7]) Mithin kommt im Durchschnitt schon auf je 5 Jahre ein Dürrejahr.

4. Vorbeugungsmaßregeln.

Wie oben bei der Betrachtung des Frostschadens und der auf ihn Einfluß nehmenden Verhältnisse geht aus den vorstehenden Ausführungen unter 3. hervor, daß es sich bei der Verminderung der Hitzeschäden ebenfalls fast ausschließlich um Maßnahmen der Bestandesverjüngung handelt.

Einen absoluten Schutz vermögen diese Maßnahmen aber ebenso wenig zu gewähren wie die in manchen Punkten übereinstimmenden Schutzmaßregeln gegen Frostschäden. In so außergewöhnlichen Dürrejahren wie 1904 und 1911 zeigen sich alle unsere Bemühungen, dem Hitzeschaden vorzubeugen, mehr oder weniger wirkungslos, zumal auf Standorten, denen auch in normalen Jahren nur bei peinlicher Anwendung der zweckentsprechenden Schutzmittel beizukommen ist. Den Schutzwert der erfahrungsmäßig wirksamen Vorbeugungsmaßregeln vermögen so extreme Jahre, wie die der jüngsten Vergangenheit angehörenden, deshalb nicht zu diskreditieren. Wohl aber vermag das Übermaß von Schäden in solchen Jahren auf Grundfehler aufmerksam zu machen, die in der Hoffnung, daß außergewöhnlich heiße und trockene Zeiten nur selten und nur in großen Zwischenräumen vorkommen, leicht

1) Krit. Bl. 51. Bd. 1869, II, 257. — 2) Allg. F. u. J.-Ztg. 1858, 105. — 3) Das. 1860, 485. — 4) Verhdlgn. d. Harz. Forstvereins 1863, 28. — Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1864, 29. — 5) Krit. Bl. 49. Bd. 1867, II, 82. — 6) Verhdlgn. d. Harz. Forstvereins 1869, 23. — 7) S. die S. 276 angeführte Literatur.

unterschätzt und deshalb leicht vergessen, d. h. von neuem gemacht werden. Zu diesen Grundfehlern gehört der Anbau hitzegefährdeter Holzarten, in erster Linie der wirtschaftlich wertvollen Fichte, in der Kulturzone, d. h. in Gegenden, wo sie von Natur fehlt. Die empfindlichen Nackenschläge, die das Jahr 1911 in dieser Richtung auf weiten Gebieten erteilt hat, sollten eine dauernde Mahnung daran sein, daß gewaltsame Verschiebungen der Vegetationsgrenzen einer Holzart in vielen Fällen nichts anderes bedeuten als Spekulationsmanöver, die mit einer soliden Wirtschaft nicht zu vereinbaren sind.

Wo sich der Waldbau von solchen Fehlern frei hält, stehen ihm als Vorbeugungsmaßregeln gegen Hitzeschäden nachstehende Schutzmittel zur Verfügung:

a) bei der Bestandesbegründung:

1. Bevorzugung der natürlichen Verjüngung. Samenschläge auf armen, trockenen (sandigen) Böden sind dunkel zu halten und nach erfolgter Besamung bald zu lichten, um die jungen Pflanzen durch gesteigerte Zufuhr von Tau und Regen zu kräftigen.

2. Bei Anwendung des Kahlschlagbetriebes Führung schmaler Schläge von Nordost, noch besser von Norden herein. Wo Sturmgefahr nicht berücksichtigt zu werden braucht, empfiehlt es sich sogar, die Hiebsrichtung Nordwest — Südost zu wählen, um der jeweiligen jungen Kultur den vollen Seitenschutz gegen starke Besonnung durch das nach der Sonnenseite anstehende Altholz zu gewähren.

3. Anbau durch Pflanzung. Hackpflanzung in große und — nach Wegräumung der Streu- und Humusschicht — gut bearbeitete, auf schwerem Boden wenn möglich schon im Herbst vorbereitete Pflanzlöcher ist den Steck- und Spaltpflanzungen unbedingt vorzuziehen. Hügel- und Plaggenpflanzungen empfehlen sich auf hitzegefährdeten Flächen nicht, Ballenpflanzungen nur bei Verwendung größerer Ballen und guter Kulturausführung. Allgemein ist beim Kulturgeschäft auf frühzeitigen Beginn im Frühjahr, Verwendung kräftiger, weitständig verschulter und infolgedessen stufig erwachsener und gut bewurzelter Pflanzen, sowie auf sorgfältiges Beschützen der Wurzeln vor dem Austrocknen zu achten.

Dem zuletzt genannten Punkte ist erhöhte Bedeutung dann beizumessen, wenn während der Kulturzeit trockener Wind herrscht. In den zum Pflanzentransport benutzten Körben, Pflanzladen usw. sind die Wurzeln in feuchte Erde einzuschlagen oder mit feuchtem Moos zu umgeben. Die Pflanzen an die Pflanzlöcher zu verteilen und sie hier bis zum Einpflanzen ungeschützt liegen zu lassen, ist ebenso fehlerhaft wie längeres Liegenlassen der gelockerten und aus dem Pflanzloch herausgehobenen Erde. Bodenlockerung und Einsetzen der Pflanzen sind ohne größere zeitliche Unterbrechungen vorzunehmen.

In trockenen Gegenden empfiehlt es sich auch, bei der Herstellung der Pflanzlöcher auf den von Stöcken, Steinknollen, Erdwellen usw. gebotenen Schutz zu achten und der Regelmäßigkeit des gewählten Pflanzenverbandes keine Opfer zu bringen, sondern die Pflanzen möglichst an die Nordseite der eben genannten Deckungen zu setzen. Um die Einwirkung der heißen Vormittags- und Mittagssonne abzuschwächen, ist es auch im allgemeinen richtig, den beim Herstellen des Pflanzloches abgezogenen Rasen- usw. -plaggen an die Südseite der Pflanze zu legen. Die Pflanzplatte allseitig mit Rasenstücken zu bedecken, wie es vielfach üblich ist, um die Verdunstung

zu verringern, wird von manchen Seiten für bedenklich gehalten, weil der Rasen zum Teil auch die feineren Niederschläge abfängt und am Eindringen in den Boden hindert. Dem ebenso gebräuchlichen Belegen der Pflanzplatte mit größeren oder kleineren Steinen haften diese Bedenken nicht oder wenigstens nicht in gleicher Weise an. Es empfiehlt sich durchaus, die in der Nähe der Pflanzstelle umherliegenden Steine zur Deckung der Baumscheibe zu benutzen.

4. Erhaltung und Begünstigung der schnellwüchsigen Weichhölzer auf den Kulturen. Sie beschatten und sind als Schutzbestand in vielen Fällen äußerst wertvoll.

5. Tiefe Bodenlockerung, Anwendung dichterer Rillensaat und eventuell Mitanbau von Getreide (Staudenkorn), wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse auf Saat hindrängen sollten.

Wie die Erfahrungen in den Waldfeldbaugegenden[1]) zur Genüge erwiesen haben, verdorren die einjährigen Kiefern, wenn tief gelockert wurde, selbst in trockenen Sandhügeln nicht leicht, weil ihre Wurzeln in den gründlich gelockerten Boden tief eindringen und weil dieser selbst bei Dürre die Feuchtigkeit (Tau usw.) mehr zurückzuhalten vermag als der nicht gelockerte.

6. Verschiebung der Grasentnahme bis in die Sommermonate.

Während der Dürrezeit ist das Schneiden des Grases zu vermeiden, zum mindesten ist, wie schon S. 26 erwähnt wurde, um jede Pflanze herum ein kleiner Grasschopf stehen zu lassen.

7. Für Saat- und Pflanzkämpe kommen folgende Maßregeln in Betracht

a) Anlage unter Seitenschutz (namentlich Fichtenkämpe).[2]) Vermeidung von Süd- und Westlagen, sowie von Örtlichkeiten, zu denen die austrocknenden Winde ungehinderten Zutritt haben.

b) Gründliche Bodenlockerung bei der Anlage des Kampes (im Herbst) und Erhaltung eines lockeren, unkrautfreien Bodens auf den Beeten durch je nach Bedarf mehr oder weniger oft wiederholtes Jäten und Behacken der leeren Räume zwischen den Saatrillen und Pflanzreihen.

Das Jäten geschieht am besten nicht durch Ausrupfen des Unkrautes mit der Hand, sondern durch oberflächliches Durchhäckeln des Bodens nnd Abziehen der hierdurch in ihrem Wurzelverbande gelockerten Unkräuter mit schmalen Rechen.

c) Düngung mit Komposterde oder Rasenasche.

Der Nutzen der Rasenasche besteht nicht nur in Verbesserung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Bodenkrume bzw. Begünstigung der Bildung von feinen Zaserwurzeln, sondern auch darin, daß der Unkrautwuchs zurückgehalten wird.

d) Rillenweise Aussaat des Samens.

e) Decken mit Deckgittern, Reisig, Moos, Stroh usw.

Das Bestecken der Beetränder mit Reisig empfiehlt sich gegen Hitzeschaden mehr als horizontal liegende Saatgitter, weil letztere den Pflänzchen einen mehr oder weniger großen Teil der meteorischen Niederschläge entziehen. Unter den verschiedenen Reisigsorten, die zum Belegen oder Umstecken der Beete benutzt werden, krankt Tannenreisig an dem Nachteil, daß es etwas zu stark beschattet. Fichtenreisig läßt seine Nadeln bald abfallen und da diese sich stark erwärmen, leiden die dann mit einer Nadeldecke überzogenen Beete unter Umständen durch Überhitzung („Brennen der Fichtennadeln"). Brauchbare Reisigarten sind Kiefern- und Weymouthskiefernreisig, entnadeltes Fichtenreisig und entlaubtes Laubholz-, namentlich Birkenreisig. Nadel- bzw. laubleeres Reisig eignet sich mehr zum Belegen als zum Umstecken der Beete. Wo man benadeltes oder belaubtes Reisig zu letzterem Zwecke verwendet, werden die Steckreiser entweder ringsum oder nur an der Südseite der Beete angebracht. Werden horizontale Reisigdächer auf Gabelgerüsten oder Lattengitter an-

1) Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1877, 213. — 2) Th. K.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1872, 394.

gewendet, so empfiehlt es sich, sie bei trübem Himmel und Regen wegzunehmen. Die Decke muß überhaupt im Laufe des Sommers von den Saatbeeten entfernt werden, um den jungen Pflänzchen das notwendige Licht zuzuführen.

Zur Vermeidung von Hitzeschäden empfiehlt sich weiterhin — namentlich auch auf Pflanzbeeten — das Decken der Zwischenräume mit Moos, Sägespänen, Streu, Stroh, Beerkräutern, Binsen, Brettchen, Steinen usw. Neben der Verwendung von Sägespänen hat sich ganz besonders Moosdeckung zur Frischerhaltung leicht austrocknender Böden (Kalkböden) bewährt. Beachtung verdient auch das von Münch angeregte Bestreuen dunkler Beete mit Kalkstaub.

f) Begießen der Pflanzen; noch besser ist Bewässerung. Letztere läßt sich aber nur dann einrichten, wenn ein Bach in der Nähe und das erforderliche Gefäll vorhanden ist oder hergestellt werden kann.

Das Gießen ist am besten in den Abendstunden vorzunehmen, ist aber, wenn einmal begonnen, bis zum Eintritt eines Regens fortzusetzen. Die durch das Überbrausen der Beete leicht entstehende Erdkruste kann, obgleich sie dem Luftwechsel im Boden, sowie dem Eindringen des Taues hinderlich ist, auf Saatbeeten durch Verhinderung von Überhitzungsschäden gute Dienste leisten.

Von Münch[1]) ist darauf hingewiesen worden, daß die unter b) und c) genannten Maßnahmen in den meisten Fällen zweckwidrig seien, weil sie einer höchst gefährlichen Steigerung der oberflächlichen Bodentemperatur und damit der Überhitzungsgefahr Vorschub leisteten. Soweit sich dieser Einwand auf die Beimischung von Humus und Überdecken der Saatbeete mit Komposterde bezieht, erscheint er beachtlich. Soweit er die Bodenlockerung betrifft, halten wir ihn nur insoweit für berechtigt, soweit Herrichtung und Bestellung neuer Saatbeete in Betracht kommen. Wie die Erfahrung lehrt, empfiehlt es sich nicht, frisch hergerichtete Beete sofort zu besäen. Man tut vielmehr gut, mit der Bestellung zu warten, bis sich der Boden gesetzt hat. Wo das aus wirtschaftlichen Gründen nicht ausführbar ist, ist es zweckmäßig, die Saatbeete anzuwalzen oder mit der Schaufel festzuschlagen. Im übrigen hat sich auf älteren Beeten, von manchen Ausnahmen abgesehen, der günstige Einfluß eines lockeren und unkrautfreien Bodens in den Forstgärten aller Art allgemein — und zwar oft in auffälligster Weise — gezeigt.

b) bei der Erziehung und Pflege:

1. Erhaltung der natürlichen Streudecke und des Bestandesschlusses.

Die Erhaltung der Streu hat namentlich an Hängen Bedeutung. Streunutzung führt hier zu rascherem Abfluß der Regen- und Schneewasser, während streubedeckte Böden das Wasser festhalten und einen mehr oder weniger großen Teil einsickern lassen. — Die Sorge für Erhaltung eines geschlossenen Kronendaches ist namentlich an den Süd- und Südwesthängen berechtigt. Vorsichtiges Vorgehen bei den Durchforstungen ist hier angezeigt.

2. Bildung von Waldmänteln an den Bestandesrändern, besonders an den Süd- und Westrändern, durch Erhaltung tiefbeasteter Randbäume oder durch Unterbau der Randstreifen mit Fichte oder Tanne (in Laubholzbeständen) bzw. — nach dem lebhaft vertretenen Vorschlage Freys[2]) — mit schattenertragenden Sträuchern (Hasel, Schwarz- und Weißdorn, Faulbaum, Hartriegel, Hollunder).

3. Erhaltung und Zuführung von Wasser an bzw. zu trockenen Partien, soweit es ohne größere Kosten möglich ist.

---

1) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 561. — 2) Allg. F. u. J.-Ztg. 1905, 127; 1909, 305; Ztschr. f. F. u. Jw. 1914, 572.

Am zweckmäßigsten sind unter den hierzu brauchbaren Vorrichtungen die **Horizontal-, Sicker- oder Regenerationsgräben.** Man versteht darunter 20—30 cm tiefe und weite, möglichst steilwandige, 4—6 m lange Stückgräben, die in einem Vertikalabstand von 2—3 m, auf weniger hängigem Gelände auch bis 5 m voneinander entfernt ausgehoben werden. Sie dienen dazu, das oberflächlich abfließende Wasser, wie auch das abgewehte Laub und den abgeschwemmten Boden zurückzuhalten. An trockenen Hängen sind sie ein ganz vorzügliches Mittel, das Wasser zu verteilen und die Produktionskraft des Bodens durch anhaltendere Befeuchtung der unter ihnen liegenden Partien zu heben.[1]) Um nachhaltig zu wirken, bedürfen sie allerdings öfterer Räumung.

Andere ohne größeren Aufwand im Dienste der Waldbewässerung gelegentlich verwendbare Vorrichtungen sind **Sickerbohlen** seitlich der Wegegräben, Wasserausgüsse aus den Gräben, sowie Wegedurchlässe mit Stauvorrichtungen, um das in den Seitengräben abfließende Wasser bedürftigen Partien zuführen zu können. Auch durch Einbinden von Seitengräben in Rinnsale, die in Schluchten und Geländeeinschnitten Wasser mit starkem Gefälle zu Tale führen, kann hier und da mancher trockenen und flachgründigen Stelle eine sehr wohltätige Befeuchtung vermittelt werden.

Zweites Kapitel.

Sonnen- oder Rindenbrand.[2])

1. Äußere Erscheinung.

Die unter dem Namen **Sonnen- oder Rindenbrand** bekannte Erkrankung besteht in platz- und streifenweisem Absterben der Rinde am Schaft, zuweilen auch an den Ästen meist älterer Bäume infolge starker Erhitzung durch die Sonne. Die Sonnenwirkung macht sich zuerst durch Absterben der Oberhaut und Verfärben der grünen Rinde ins Rötliche bemerkbar. Mit dem Fortschreiten der Krankheit hebt sich die Rinde allmählich, springt der Länge und Quere nach auf und fällt zuletzt stückweise ab. Die bloßgelegte Holzpartie bräunt sich, trocknet ein, reißt auf und geht infolge Eindringens von Pilzen leicht in Fäulnis über. An schon längere Zeit rindenbrandigen Bäumen zieht sich die Fäulnis oft keilförmig bis tief in den Stamm hinein (Abb. 84).

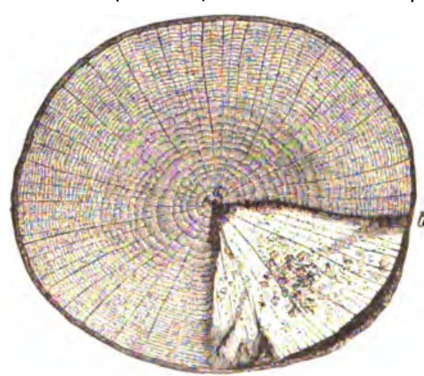


Abb. 84. Querschnitt durch eine rindenbrandige Buche. Die Holzzersetzung erstreckt sich auf das Dreieck *abc*.

In der Regel tritt die Rindenerkrankung nur an den zwischen der Süd- und **Westseite** des Baumschaftes liegenden Teilen auf. Vorzugsweise wird die West-Südwestseite befallen, weniger häufig die Südseite.

2. Erklärung des Rindenbrandes.

Der Rindenbrand ist eine Folge andauernder starker **Einwirkung der Sonnenhitze** (du Breuil, Nördlinger, Vonhausen).

---

1) Haag: Forstw. Zbl. 1881, 208. — Müller: das. 1904, 659. — 2) Pfeil: Krit. Bl. 24. Bd. 1847, I, 124; 33. Bd. 1853, II, 123; 42. Bd. 1859, I, 227. — Nördlinger: das. 46. Bd. 1863, I, 240. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1861, 492. — Lauprecht: das. 1870, 335. — Vonhausen: das. 1873, 8. — Roth: Forstw. Zbl. 1893, 463.

Die ungehinderte Bestrahlung der südwestlichen usw. Seite durch die Sonne führt zu einer starken, die Tödlichkeitsgrenze des Plasmas überschreitenden Erwärmung der betreffenden Rindenstellen. Auch fördert die der Erwärmung parallel laufende abnorme Verdunstung der bestrahlten Gewebe deren Absterben und späteres Aufplatzen.

Vonhausen fand an der West-Süd-Westseite in der Rinde und oberen Holzschicht im Maximum eine Temperatur von 47° C. und bemerkt hierzu, daß die wirkliche Temperatur über 50° betragen haben müsse, da die Thermometerröhre während der Beobachtung der kühleren Luft (33°) ausgesetzt gewesen sei und durch die Verdunstung der mit der Thermometerkugel in Berührung kommenden Schaftfeuchtigkeit Wärme gebunden werde.

R. Hartig[1]) beobachtete an einer 80jährigen, 35 cm dicken, freistehenden Fichte am Nachmittag des 18. August 1892 in der lebenden Kambialregion folgende Wärmegrade: Südwesten 55°, Süden 45°, Osten 39°, Norden 37° C.

Die stärkere Erwärmung der Südwest- und Westseite eines Baumes erklärt sich aus den bei heiterem Himmel häufiger bemerkbaren nordöstlichen und östlichen Luftströmungen. Diese tangieren die Baumschäfte auf der Südseite und erniedrigen hier die Temperatur der Rinde und Splintlagen, während die West-Süd-Westseite von dem abkühlenden Winde nicht direkt betroffen wird. Diese Erklärung gewinnt durch die Tatsache an Wahrscheinlichkeit, daß auch an der Südseite Rindenbrand sich zeigt, sobald den abkühlenden Winden (z. B. durch eine vorliegende Dickung) der Zutritt erschwert oder unmöglich gemacht wird.

Manche Forstwirte haben den Rindenbrand aus dem Anfrieren von nassem, durch westliche Luftströmungen angetriebenen Schnee (Glatteis) zu erklären gesucht, wobei die Selbstablösung noch durch die Frühjahrssonne befördert werde (Lauprecht). Gegen diese Ansicht spricht aber schon der Umstand, daß in diesem Falle auch die Bäume im Innern des Bestandes, soweit der Schnee durch den Westwind an dieselben angetrieben wird, und die Äste, auf welchen naßkalter Schnee anfriert, rindenbrandig werden müßten, was nicht der Fall ist.

3. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Der Rindenbrand vermindert die technische Verwendbarkeit des Schaftholzes und bringt die Bäume nicht selten ganz zum Absterben. Dem Waldeigentümer entstehen dadurch mindestens Nutzholz- und Zuwachsverluste, denen sich unter Umständen noch Bruch-, Insekten- und Pilzschäden, Freistellung schutzbedürftiger Nachwüchse und andere üble Folgen zugesellen.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Rindenbrand kommt hauptsächlich an Holzarten mit dünner, lange glatt bleibender Rinde vor. Holzarten, die starke Borke bilden und deren Rinde aufreißt, zeigen keinen Rindenbrand, weil die Borke die Wärme schlecht leitet und sich daher nie in dem Grade erwärmt wie glatte Rinde.

In erster Linie sind hiernach Buche, — Fichte und Weymouthskiefer dem Rindenbrand ausgesetzt. In zweiter Linie werden betroffen: Hornbaum, Esche, und Bergahorn — weniger: Spitzahorn, Linde, Roßkastanie, Edelkastanie, Kirschbaum, Speierling und Apfelbaum, — mitunter: Tanne. Hingegen zeigt sich der Rindenbrand niemals an: Eiche, Ulme, Feldahorn, Birke, den meisten Sorbus-Arten, — Kiefer, Schwarzkiefer und Lärche.

1) Lehrb. d. Pflanzenkrankh. 3. Aufl. 1900, 228.

b) Holzalter.

Die obengenannten Holzarten können schon vom Stangenholzalter an rindenbrandig werden; stärkere Bäume leiden aber weit mehr als schwächere. Die Temperatur der letzteren steigt nicht so hoch als die der ersteren, weil schwächere Bäume wegen des im Verhältnisse zur Schaftmasse größeren Umfanges nicht nur durch Strahlung, sondern auch durch Leitung relativ mehr Wärme abgeben als stärkere Bäume.

In der unten genannten Oberförsterei Worbis entstand der Hauptschaden an 60—70jährigen Buchen.

c) Baumteil.

Die Krankheit befällt im allgemeinen nur den Schaft, vorzugsweise den unteren Schaftteil (Wurzelstock), bis höchstens zum Kronenansatze. Das häufigere Auftreten in der untersten Schaftregion erklärt sich aus verschiedenen Gründen. Der Baum ist hier am stärksten und bietet der Sonne mithin eine größere Bestrahlungsfläche. Steckt der untere Schaftteil in hohem Unkrautwuchse, so fehlt auch der zur Abkühlung beitragende Luftzug. Heller, unkrautfreier Boden andererseits kann durch Reflex der Sonnenstrahlen zur Erhöhung des Wärmeeffektes beitragen.

Je glatter, schlanker und reiner der Schaft und je höher der Kronenansatz ist, eine desto größere Rindenoberfläche wird von der Krankheit ergriffen. Durch Rindenknoten, Schaftsprossen usw. wird das Auftreten der Krankheit mehr lokalisiert. Auch die mit Flechten und Moos bedeckten Rindenstellen leiden kaum.

d) Baumstellung.

Der Rindenbrand zeigt sich nur an freistehenden, namentlich an plötzlich freigestellten Stämmen (Überhältern), sowie an westlichen und südwestlichen Bestandesrändern, an Wege- und Bahnaufhieben usw., niemals an Bäumen, welche noch im vollen Schlusse sich befinden, weil diese nicht so stark erwärmt werden wie freistehende Baumschäfte. Im allgemeinen läßt sich beobachten, daß der Rindenbrand nicht über 10 m vom Rande her in die Bestände eindringt. Die Krankheit folgt der Freistellung nicht immer auf dem Fuße, sondern oft erst einige Jahre später; in dieser Beziehung sind die Witterungsverhältnisse in den ersten Jahren nach der Freistellung von Einfluß. Bäume, die von Jugend auf frei erwachsen sind, leiden nicht unter Rindenbrand, ein Hinweis darauf, daß dieser mit Verschiedenheiten im anatomischen Bau bzw. in der Dicke der Rinde zusammenhängt.

Im Worbiser Walde hat sich der Rindenbrand am Forstort Oberberg erst etwa vier Jahre nach der Freistellung gezeigt.

e) Standort.

Unter den Standortsfaktoren, durch welche die Größe des Schadens beeinflußt wird, sind insbesondere die Lage, die nachbarliche Umgebung und der Bodenüberzug hervorzuheben.

Westliche und südwestliche Expositionen werden am meisten heimgesucht. Bestände oder Waldmäntel, welche nach diesen Richtungen hin vorliegen, verhindern oder ermäßigen wenigstens die Besonnung.

Streu- und Pflanzendecken zeigen sich in derselben Richtung nützlich, weil sie die Reflexion der auf den Boden auffallenden Strahlen verhindern; höherer Unter-

wuchs hingegen vermag, wie schon erwähnt, durch Abhaltung des Luftzuges, zur Steigerung des Schadens beizutragen.

Zur besseren Veranschaulichung der Abhängigkeit des Rindenbrandes von der Himmelsrichtung mögen die beiden vom Oberförster G. Lauprecht herrührenden Skizzen (Abb. 85 u. 86) aus den Forstorten Oberberg und Knickhauung der Oberförsterei Worbis dienen.

In diesem Revier machte sich der Rindenbrand namentlich seit 1861 bemerkbar, in welchem Jahre viele Buchenstangenorte in langen Linien freigestellt wurden.

Im Forstort Oberberg (Abb. 85) zeigte sie die Krankheit an drei in verschiedenen Richtungen laufenden Schlaglinien bzw. Bestandesrändern. Die erste macht Front nach Süd-West, die zweite nach Nord-West, die dritte nach West. In allen drei Fällen wurde zumeist die Westseite der Stämme ergriffen, weniger die Südwest- und Nordwestseite. Je nach dem engeren oder weiteren Stande der Bäume erstreckte sich die Krankheit 8—12 m in das Innere des Bestandes hinein.

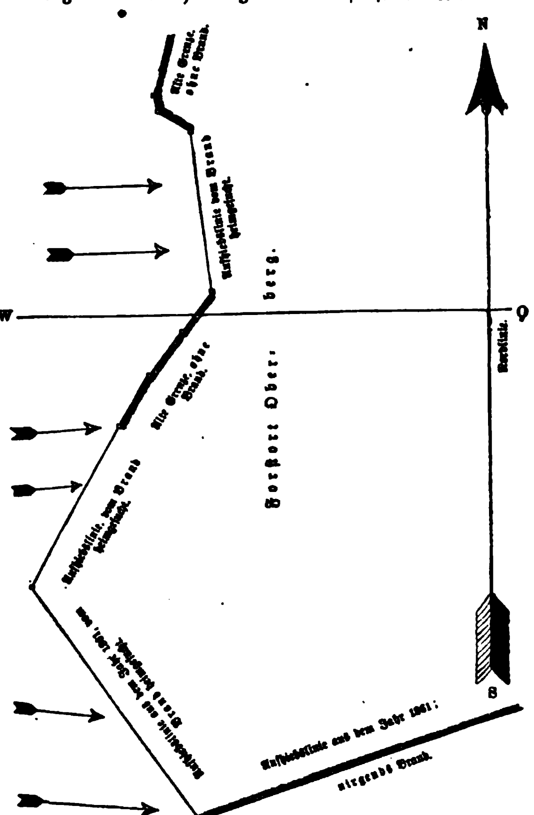


Abb. 85. Beschädigungen durch Rindenbrand an den Schlaglinien des Forstortes Oberberg.

In besonderem Maße lehrreich erweisen sich ferner die in Abb. 86 (Forstort Knickhauung) veranschaulichten Verhältnisse. Durch den Abtrieb des in der Skizze dargestellten mittleren Teiles, ehemals 50jährige Fichten usw., sind die angrenzenden Buchenbestände nach allen Himmelsrichtungen freigestellt worden. Während die nach Norden, Osten und Süden exponierten Ränder keinen Rindenbrand aufweisen, ist der Südwest- usw. -rand erkrankt. Die südliche, durch ein Kreuz gekennzeichnete Ecke war, durch einen vorspringenden Ort geschützt, bis Ende März 1871 vom Rindenbrand verschont geblieben, während die nicht geschützten Bäume des nach Nordwesten freigestellten Randes in der Flanke vom Rindenbrand gefaßt wurden.

Die kleinen Pfeile (in beiden Abbildungen) zeigen die Richtung an, in welcher die den Rindenbrand herbeiführenden Sonnenstrahlen eingewirkt haben. In Abb. 85 sind zwischen den Aufhiebslinien gegen Westen kurze Strecken unberührt geblieben, welche altbemantelt keinen Brand zeigen. An der südlichen Aufhiebslinie zeigte sich nirgends Brand.

4. Vorbeugungsmaßregeln.[1])

1. Möglichste Vermeidung von Aufhieben, durch welche Bestände aus gefährdeten Holzarten (Buche, Fichte usw.) nach Westen, Südwesten oder auch Süden freigestellt werden.

2. Unterlassung plötzlicher Freistellung und des Überhaltes einzelner Buchen usw. an West- und Südwesthängen.

1) Weber: Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 293.

Bonhausen schlägt zur Ermäßigung der Sonneneinwirkung reihenweises Überhalten der Mutterbäume bei der Verjüngung von Buchenwäldern in der Art vor, daß die Reihen von S.-W. nach N.-O. bzw. von S. nach N. verlaufen und die einzelnen Stämme innerhalb dieser Reihen in einen solchen Abstand zu stehen kommen, daß der Schaft jedes folgenden Baumes durch die Krone des vorstehenden beschattet werde. Der Vorschlag ist an sich gewiß gut gemeint, aber praktisch wertlos, weil er nicht oder wenigstens nicht auf die Dauer durchführbar ist.

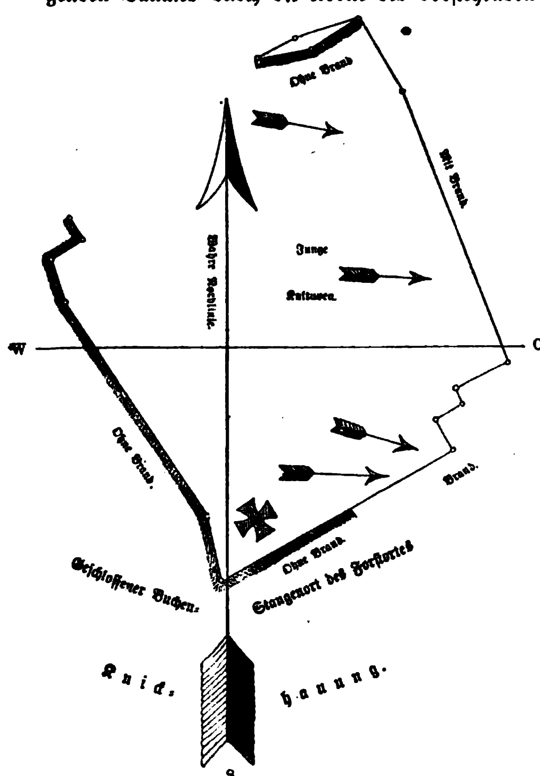


Abb. 86. Beschädigungen durch Rindenbrand an den Schlaglinien des Forstortes Knickhauung.

3. Durchmischung der Buchenbestände mit Eiche, Ulme, Birke, Tanne, Kiefer oder Lärche.

4. Rechtzeitige Begründung und Erhaltung von **Schutzmänteln** aus Nadelholz (Fichte, Lärche, Weymouthskiefer, Kiefer) an westlichen und südwestlichen Rändern gefährdeter Buchenbestände.

5. Belassen der vollen **Beastung** an den Randstämmen, insbesondere an der Mittagsseite.

6. Anstrich einzelner wertvoller Stämme (Alleebäume usw.) mit Kalkmilch, Lehmbrei usw. oder Umbinden des unteren Schaftteiles mit Reisig.

7. Erhaltung der rindenbrandig gewordenen Randbäume.

Sofortige Nutzung derselben würde nur Fortschreiten der Krankheit ins Innere des Bestandes zur Folge haben. Man läßt deshalb die einmal beschädigten, meist aber noch lange lebensfähigen Bäume stehen und versucht lieber, den gefährdeten Rand durch Erhaltung etwaigen Unterwuchses oder durch Unterbau zu sichern, um dem weiteren Umsichgreifen des Übels entgegenzuwirken.

Drittes Kapitel.

Rißbildungen (Sonnen- und Hitzerisse).

Durch starke Besonnung können im Spätwinter oder Frühjahre beim Eintreten schroffer Temperaturwechsel an manchen Laubhölzern auch Risse in der Rinde hervorgerufen werden. R. **Hartig**[1]) bezeichnet solche Risse als **Sonnenrisse** und führt ihre Entstehung auf einseitige Erwärmung und Ausdehnung des Rindenkörpers zurück. Der Anfang der Risse liegt meist knapp über dem Boden; ihre Längenausdehnung kann bis 50 cm und darüber betragen. Die zu beiden Seiten des Risses sich loslösende Rinde stirbt zuweilen ab, vertrocknet und fällt ab. Hierdurch wird eine größere oder kleinere Splintpartie bloßgelegt. Im letzteren Fall überwallt die Wunde gewöhnlich; im ersteren kann lokale Fäulnis ein-

1) Untersuchgn. a. d. forstbot. Institut zu München. I (1880) 141. — Forstl.-naturw. Ztschr. 1894, 258.

geleitet werden. Nicht selten bildet sich aus dem auf der inneren Seite der Rinde am Leben gebliebenen Kambiummantel im nächsten Jahr ein neuer Jahrring, der nur in lockerer Verbindung mit dem alten Holzkörper steht, sich mithin leicht von diesem ablöst, sobald ungleiche Schwindungen der äußeren und inneren Stammpartien (durch Frost usw.) eintreten. Bei günstiger Witterung schließen sich aber vermutlich wenigstens schwache Risse wieder, ohne bleibende Nachteile zu hinterlassen.

Man hat die Sonnenrisse bis jetzt nur an Laubhölzern beobachtet, in größerer Ausdehnung namentlich an 30—70jährigen Buchen (Beling[1]), aber auch an Eichen (Hartig[2]), Bergahorn, Hornbaum und Esche. Nach Erfahrungen im Spessart usw. treten die Sonnenrisse fast nur an südlichen und südwestlichen Hängen auf.

Besondere Maßregeln gegen diese Erscheinung vom Standpunkte des Forstschutzes sind weder möglich noch nötig, da der Gebrauchswert der Stämme kaum beeinträchtigt wird.

Ebenso bedeutungslos scheinen auch Rißbildungen an Nadelhölzern, namentlich Fichten, zu sein, die nach dem trockenen Sommer 1911 an mehreren Orten beobachtet und als Hitzerisse[3]) bezeichnet worden sind.

Die Risse entstanden im August und später an zumeist 15—30jährigen, tiefbeasteten, vorwüchsigen und kraftstrotzenden Fichten, vereinzelt auch an Weymouthskiefern. Sie gingen oft bis zum Mark, bisweilen sogar durch den ganzen Stamm und waren etwas oberhalb des Wurzelanlaufes bis fast zum Gipfel zu verfolgen. Dadurch, daß sie den Ansatzstellen von Ästen auswichen, verliefen sie oft spiralig. Im Gegensatz zu Heck[4]), der den Frost für das Entstehen dieser Risse verantwortlich macht, werden sie von den anderen Beobachtern als Schwind- oder Trockenrisse angesehen und auf Spannungsunterschiede zwischen den äußeren, wasserarm gewordenen und den inneren, noch ziemlich wasserhaltigen Splintschichten zurückgeführt (Flander). Zum größeren Teil entstanden die Risse auf der Nordseite der Bäume und waren nicht an Fichten reiner Bestände, sondern an freistehenden Einsprenglingen in Buchenverjüngungen usw. bemerkbar. Physiologisch war die Beschädigung nicht von Belang, da die betroffenen Bäume vollkommen gesund blieben.

Dritter Abschnitt.

Schutz gegen Winde.

Allgemeine physikalisch-meteorologische Bemerkungen.

Mit Wind bezeichnen wir die nahezu parallel der Erdoberfläche schneller oder langsamer erfolgende Luftbewegung. Als erste Ursache einer solchen kommen fast stets Temperaturunterschiede zwischen mehr oder minder benachbarten Luftmassen in Betracht. Ungleiche Erwärmung der Luft über verschiedenen Erdstellen hat Druckdifferenzen und damit Störungen des Gleichgewichtes der Atmosphäre zur Folge, deren Ausgleich zur Entstehung des Windes führt.

Jeder Wind wird durch seine Stärke (Geschwindigkeit) und seine Richtung charakterisiert.

Die Windgeschwindigkeit ist eine Funktion der Luftdruckverschiedenheit. Sie wird aber auch von der Ausformung und Bedeckung der Erdoberfläche wesentlich beeinflußt und nimmt mit der Erhebung über den Boden zu.

Werden alle Orte mit gleichem Luftdruck, d. i. mit gleichen auf das Meeresniveau reduzierten Barometerständen durch Linien verbunden, so erhält man die sog. Isobaren. Konstruiert man die Isobaren für die verschiedenen Barometerstände (etwa von 5 zu 5 mm Quecksilberdruck), so bemerkt man, daß sie Gebiete umschließen, von denen aus der Luft-

1) Forstw. Zbl. 1888, 31. — 2) Forstl.-naturw. Ztschr. 1894, 258. — 3) Fankhauser: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1912, 21. — Flander, A.: Forstw. Zbl. 1913, 124. — Augst: das. 1913, 111. — Werner: das. 1913, 286. — Prakt. Fw. f. d. Schw. 1913, 2. — 4) Forstw. Zbl. 1912, 600, 664.

druck nach allen Himmelsrichtungen hin abnimmt (barometrische Maxima, Antizyklonen), oder solche, von denen aus er überall zunimmt (barometrische Minima oder Depressionen, Zyklonen).

Der Wind weht immer von den Gebieten höheren Luftdruckes zu denen mit niederem, also aus dem Kern einer Antizyklone heraus und in den Kern einer Zyklone hinein. Er nimmt aber nicht den kürzesten geradlinigen Weg von Isobare zu Isobare, sondern er weht in spiraligen Bahnen, weil er unter dem Einflusse der Erdrotation auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen nach links abgelenkt wird. Auf diese Weise entstehen drehende Bewegungen, Luftwirbel, die auf der nördlichen Erdhälfte im barometrischen Minimum der Richtung des Uhrzeigers entgegenlaufen, während sie sich in dessen Sinne drehen, sobald die Luft von einem Orte höheren Luftdruckes nach allen Seiten hin abfließt (barisches Windgesetz).

Die Stärke des Windes wächst mit dem barometrischen Gradienten. Man versteht darunter die auf eine Längeneinheit, und zwar auf die Länge eines Grades (111 km) bezogene maximale, d. h. in der Richtung des stärksten Gefälles, m. a. W. senkrecht zu den Isobaren, genommene Luftdruckdifferenz zwischen Hoch- und Niederdruckgebiet. Je näher die Isobaren aneinander rücken, desto größer ist der Gradient und desto stärker der Wind. Nahe aneinander gedrängte Isobaren finden sich ausschließlich um die Gebiete niedrigsten Luftdruckes. Heftigere Winde sind deshalb immer an das Auftreten barometrischer Minima geknüpft.

Die Windstärke wird entweder durch den in der Zeiteinheit zurückgelegten Windweg oder durch den mit dem Quadrat der Windgeschwindigkeit wachsenden Winddruck bezeichnet. Man mißt oder schätzt die Winde nach einer 6-, 8-, 10- oder 12-teiligen Skala und unterscheidet nach der auf den Landstationen üblichen 10teiligen Skala Winde schlechthin (Stärke 1—6) und Stürme bzw. Orkane (Stärke 7—10). Die Geschwindigkeitsgrenze zwischen beiden Gruppen liegt nach Hann (Lehrb. d. Meteorologie, 2. Aufl. 1906, 281) bei 16,5 m (Stärke 7).[1])

Die Richtung des Windes hängt zunächst von der gegenseitigen Lage des Hoch- und Niederdruckgebietes ab. Außerdem wirken Erdrotation und Gestalt der Erdoberfläche mitbestimmend ein.

Nach der Himmelsrichtung, aus welcher sie kommen, unterscheidet man die Winde gewöhnlich nach den acht Hauptrichtungen und spricht von Nord-, Nordost-, Ost-, Südost-, Süd-, Südwest-, West- und Nordwestwinden.

Wie schon vorstehend erwähnt wurde, erfahren die Winde durch die Erddrehung bei uns eine Ablenkung nach rechts. Die von einem Maximum dem in dessen Norden vorgelagerten Minimum zuströmende Luft wird nach Osten abgelenkt und wirkt infolgedessen als Südwestwind. In gleicher Weise werden Winde westlicher Herkunft zu Nordwestwinden, Winde nördlicher Herkunft zu Nordostwinden und Winde östlicher Herkunft zu Südostwinden.

Es kommt hinzu, daß die meisten Depressionen auf der nördlichen Halbkugel keineswegs stationär sind, sondern sich von Westen nach Osten vorwärtsbewegen und vom Atlantischen Ozean her nördlich von Mitteleuropa vorüberziehen. Daraus folgt, daß länger anhaltende Winde ihre ursprüngliche Richtung nach und nach verändern, daß z. B. ein zunächst aus Südwesten wehender Wind allmählich zum West-, Nordwest-, unter Umständen sogar zum Nordwind wird.

---

1) Stärke 7 (16,5 m in der Sekunde): Sturm, der Äste bricht, Dächer abträgt usw. — Stärke 8 (22,5 m): starker Sturm, der kleine Bäume bricht, Dächer beschädigt. — Stärke 9 (28 m): Orkan, der große Bäume bricht, Dächer abträgt usw. — Stärke 10 (35—40 m und mehr): Wirbelsturm, dem nichts widersteht. — Mohn (Grundzüge der Meteorologie) bezeichnet Luftbewegungen mit einer Schnelligkeit von

11—17 m in der Sekunde als starke Winde,
17—28 „ „ „ „ „ Stürme,
über 28 „ „ „ „ „ Orkane.

Der weitaus größte Teil von Europa befindet sich in einem durch Vorherrschen der Südwest- und Westsüdwestwinde gekennzeichneten, nördlich des 30. Breitengrades gelegenen Gürtel. Dieses Westwindgebiet der nördlichen Halbkugel entbehrt aber im Gegensatz zu dem südlich davon gelegenen Gebiete der Ostwinde (Passate) der Stetigkeit der Windrichtung und der Geschlossenheit der Windgebiete.[1]) In gleichfalls west-östlicher Richtung durchziehen große Luftwirbel (Zyklone) fortwährend unser Gebiet und haben im Verein mit den durch das Festland und dessen Nähe herbeigeführten lokalen Störungen allerhand Abweichungen in dem normalen Westwindsystem zur Folge. In gebirgigem Gelände treten hierzu noch die zahlreichen, von der Geländeausformung jeweils bedingten Ablenkungen. Hier wird die Richtung der Winde durch die Lage und Höhe der Berge, sowie durch das Streichen der Talzüge oft sehr erheblich beeinflußt. Ein Westwind kann z. B. je nach dem Streichen des Tales, in welches er hineinfällt, zum Süd- oder Nordwind werden. Noch häufiger sind aber die Fälle, daß ein Südwestwind zum Süd- oder ein Nordwestwind zum Westwind wird.

Daß örtliche Ablenkungen der ursprünglichen Windrichtung im Berglande keineswegs seltene Erscheinungen sind, geht aus den von Eifert, Bargmann u. a. beigebrachten zahlreichen Beispielen hervor. Das Kennenlernen der lokalen Ablenkungen von der allgemeinen Windrichtung hat für die Maßnahmen des praktischen Sturmschutzes große Bedeutung.

Außer nach der Richtung, aus der sie kommen, werden die Winde hin und wieder auch nach dem Orte ihrer Wirkung eingeteilt und als Land- und Seewinde, Berg- und Talwinde, kontinentale Winde, Bergsturz- oder Lawinenwinde usw. bezeichnet.

Der Schaden[2]), welchen die Winde den Forsten zufügen, ist ein doppelter. Er besteht in:

1. Austrocknung des Bodens und der Gewächse, Verhinderung oder wenigstens Beeinträchtigung der Wurzelbildung, des Höhenwuchses und der Zweigbildung.

2. Bruch und Wurf einzelner Stämme oder ganzer Holzbestände.

Der erste Nachteil kann die Folge fast jeden Windes sein; der zweite hingegen ist nur eine Wirkung des Sturmwindes.

Ausnahmsweise kann der Wind auch durch Beförderung der Ausbreitung schädlicher Insekten nachteilig werden. Dieser Fall tritt z. B. dann ein, wenn Raupen, die auf älterem Holze fressen, auf Schonungen überweht werden (Nonne) oder wenn zur Flugzeit herrschende Stürme die schwärmenden Schmetterlinge vor der Eiablage in noch nicht befallene Waldteile treiben. — Auch die Ausbreitung lästiger Unkräuter und parasitärer Pflanzenkrankheiten (Schütte) ist zum großen Teil eine Wirkung des Windes. Er wird hierdurch ebenso schädlich wie er andererseits in seiner Eigenschaft als Transportmittel für Früchte und Samen auf die Ausbreitung und Vermehrung der Kulturgewächse fördernd wirkt.

---

1) Hann: Lehrb. d. Meteorologie. 2. Aufl. 336f. — 2) Nördlinger: Zbl. f. d. ges. Fw. 1876, 229. — Bernbeck: Der Wind als pflanzenpathologischer Faktor. Diss. Bonn 1907; Englers Jhrb. 1911.

Erstes Kapitel.

Schwächere Winde.

1. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Die schwächeren Winde schaden dem Pflanzenwuchse besonders in Freilagen, an Seeküsten und Bestandesrändern, auf Bergrücken u. dgl. und werden hier um so nachteiliger, je anhaltender sie aus einer und derselben Richtung wehen.

Sie befördern die Austrocknung des Bodens und setzen dessen Güte durch Zerstörung der Krümelstruktur und Abtötung seiner organischen Lebewelt herab. Nach den Untersuchungen Bernbecks[1]) beträgt der Wasserverlust unbedeckten feuchten Bodens in der warmen Jahreszeit bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m das 3—4fache, bei 3—5 m Windgeschwindigkeit ungefähr das Doppelte des in Luftruhe befindlichen Bodens. Weiter schaden die Winde durch ihre mechanische Gewalt und verursachen allerhand Biegungen, Quetschungen, Zerreißungen, Abschürfungen und Verletzungen der oberirdischen Sprosse. Junge, noch nicht genügend gefestigte Triebe sterben infolge der unter der Windeinwirkung gesteigerten Verdunstung ab und vertrocknen ebenso wie verholzte Sproßteile, wenn in deren wasserleitenden Geweben der Transpirationsstrom durch die vom Winde veranlaßten Biegungen und Drehungen unterbrochen wird. Verwehungen des Laubes aus den Beständen — namentlich an Rändern und steilen Hängen — sowie Beeinträchtigung der Tau- und Regenbildung sind fernerhin oftmals schädliche Begleiterscheinungen ständig wehender Winde.

Die Folgen dieser ungünstigen Einwirkungen bestehen in: Bodenverarmung, -verhärtung und -verwilderung, Mißlingen der Besamungeu und Freikulturen, Kümmern junger Wüchse, Ausbildung von Krüppelformen und einseitiger fahnenartiger Kronen, Minderung der Wachstumsenergie, namentlich des Höhenzuwachses, und in vorzeitigem Absterben.

Beachtung verdient namentlich der durch ständige Winde herbeigeführte Zuwachsrückgang. Auf optimal feuchtem Boden verhält sich nach Bernbeck[1]) der Zuwachs bei Windstärken von 0 : 5 : 10 m wie 3 : 2 : 1.

Besondere Schwierigkeiten werden der Aufforstung westlicher Küstenstriche durch den immerwährend wehenden Seewind bereitet, z. B. in Schleswig-Holstein und Jütland. Der Seewind, dessen mittlere Geschwindigkeit für Jütland auf 6,1 m in der Sekunde angegeben wird, wirkt zerstörend auf die Bewaldung ein und zwar nicht in erster Linie, wie Borggreve[2]) annimmt, durch seine mechanische Kraft, sondern namentlich durch den in den Blattorganen hervorgerufenen und zur Vertrocknung eines Teiles der Blätter führenden Wassermangel (Hansen), sowie durch Verminderung der Assimilation. Von manchen Seiten[3]) wird auch — wohl zu Unrecht — der Salzgehalt des Seewindes für das Absterben der Bäume mit verantwortlich gemacht. Warming (Ökolog. Pflanzengeographie, 1902) sieht als Ursache der fahnenartigen Verzweigung der Küstenbäume außer der starken Transpiration auch die mechanische Wirkung der vom Winde mitgeführten Sandkörner an.

---

1) Der Wind als pflanzenpathologischer Faktor. Diss. Bonn 1907. — Ders.: Forstw. Zbl. 1911, 210; Silva 1913, 331; 1914, 229. — 2) Forstl. Bl. N. F. 1890, 42. — 3) Focke: Untersuchgn. üb. d. Vegetation d. nordwestdeutschen Tieflandes, 1871. — Storp, F.: Forstl. Bl. N. F. 1891, 265. — Anderlind, L.: Münd. forstl. H., V, 1894, 75; Forstl.-naturw. Ztschr. 1897, 247.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Die verschiedenen Holzarten verhalten sich ständig wehenden Winden gegenüber keineswegs gleich widerstandsfähig. **Windhart** sind nach den in Schleswig-Holstein [1]) und anderwärts gesammelten Erfahrungen: **Tanne**, **Sitkafichte**, **Bergkiefer** (P. montana var. uncinata), **Schwarzkiefer**, Pinus Murrayana, Ulme, Eiche, Sorbus-Arten, namentlich S. scandica Fries, Populus canescens, Salix alba und S. caspica.

Laubhölzer leiden im Alter weniger als Nadelhölzer; sie sind aber dem Verwehen der Streu mehr ausgesetzt und zeigen deshalb namentlich an den dem Wind ausgesetzten Bestandesrändern leicht Rückgang.



Abb. 87. Durch Wind verkrüppelter Buchenbestand aus dem jütländischen Staatsrevier Buderupholm.

Besonders empfindlich sind **Buche**, **Hornbaum**, Birke, Erle, Obstbäume. Das noch junge Laub dieser Holzarten wird vom Winde oft so gepeitscht, daß es sich vollständig bräunt, vertrocknet und aussieht wie durch Frost oder Sonnenhitze [2]) getötet. Auch die **Eiche**, die an den Küsten in geschützter Lage zu hochstämmigen Exemplaren heranwächst, nimmt, dem Winde und der Freilage ausgesetzt, ebenso wie die Buche, groteske Windformen an, die durch krumme Schäfte, sowie durch korkzieherartig gedrehte und nesterweise gehäufte Triebe ausgezeichnet sind (Abb. 87).

Die **Fichte** verliert unter der austrocknenden Witterung ständig wehender Winde auf der Windseite oft alle ihre Äste, so daß es aussieht, als sei die windseitig gelegene Kronenhälfte mit der Schere abgeschnitten worden. In der Seenähe gedeiht sie nur auf den besseren Böden, wo Schutz gegen Wind vorhanden ist. Fehlt dieser, so wird die Fichte in 30—40jährigem Alter niedergebrochen oder wird infolge des unaufhörlichen Peitschens trocken. Auch die amerikanische **Weißfichte**

1) **Emeis**: Allg. F. u. J.-Ztg. 1901, 411. — 2) Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1867, 60.

(Picea alba), die man in den Küstenstrichen mehrfach zur Waldmantelbildung benutzte, ist nicht viel widerstandsfähiger als die gemeine Fichte. Die gemeine Kiefer ist den Einflüssen der Seewinde ebenfalls nicht in vollem Maße gewachsen, sondern stellt sich an den Küsten leicht licht. Die Lärche bildet in freien Lagen, zumal bei Flachgründigkeit, säbelwüchsige Windformen aus und wird infolgedessen leicht nutzholzuntauglich.

Die bei der Lärche bekanntlich sehr oft vorkommende Säbelform darf aber nicht, wie es von manchen Seiten geschehen ist, allein als Wirkung stetiger Luftströmungen angesehen werden. Dem widerspricht sowohl das Fehlen der gleichen Wuchseigentümlichkeit bei anderen unter demselben Windeinfluß stehenden Holzarten, wie auch das Vorkommen von Säbelwuchs an vollkommen geschützt wachsenden Lärchen. Viel wahrscheinlicher ist es, daß als Ursache der Krummschaftigkeit der Lärche in erster Linie Vererbung einer Arteigentümlichkeit in Frage kommt.

b) Holzalter.

Unter der austrocknenden Wirkung ständig wehender Winde leiden in erster Linie die im Auflaufen begriffenen Saaten, sowie die Kulturen, solange die Pflanzen ihren Fuß noch nicht völlig gedeckt haben. Auf oberirdische verholzte Sprosse wirkt der Wind erst bei den größeren Geschwindigkeiten (über 15 m) abtötend oder verwundend ein, während unverholzte Sprosse, namentlich junge Laubholztriebe, schon durch schwächere Winde geschädigt werden (Bernbeck a. a. O.). So erklärt es sich, daß Niederwaldungen, insbesondere zarte Loden in Stockschlägen, unter sonst gleichen Verhältnissen mehr leiden als Hochwaldungen. Im höheren Holze ist der Zugwindschaden geringer, zumal bei gutem Schlusse. Es kommt aber auch vor, daß Bäume (Fichten in Schleswig-Holstein) erst in späteren Jahren durch Wind leiden. An reichliche Wasserzufuhr in der Jugend gewöhnt, vermögen sie, nachdem sie eine bestimmte Höhe erreicht haben, die eintretende Windtrocknis nicht zu ertragen und sterben dann zuweilen plötzlich ab.

c) Standort und Jahreszeit.

Besonders gefährdete Örtlichkeiten und Objekte sind, wie schon erwähnt: Küstenwälder, kleine Feldhölzer in weiten Ebenen, ungedeckte Einzelwüchse (Chausseebäume), exponierte Bergköpfe, ost-westlich verlaufende Täler, östliche Hänge, sofern sie nicht durch vorliegende höhere Berge geschützt sind, und schutzlose Hochebenen.

In den Gebirgen gehört der Wind zu den die Waldgrenze herabdrückenden Faktoren [1]), da die in größeren Höhen ohnehin gesteigerte Verdunstung durch die Luftbewegung noch außerordentlich verstärkt wird. In den deutschen Mittelgebirgen, sowie in den alpinen Randgebirgen zwischen 1400 und 1700 m hört der Wald ohne Übergänge als zwerghafter, aber mehr geschlossener Bestand auf, während er sich im Hochgebirge allmählich lichtet.

Das Maß der Bodenaustrocknung durch den Wind hängt mit der Bodenart und der Windstärke zusammen.[2]) Die Verdunstung des Wassers aus dem Boden wird durch den Wind gesteigert. Je feuchter der Boden ist, desto größere Wassermengen verdunsten unter dem Einflusse des Windes. Tiefgründige Böden leiden naturgemäß weniger als flachgründige. Der bestockte Boden vermag bei entsprechen-

---

1) Fankhauser: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1901, 1. — Marek: Waldgrenzstudien in den österr. Alpen. Petermanns geogr. Mittlgn. Ergänz.-Hft. 168, 1910. — 2) Henfele, J. J.: Forschgn. a. d. Gebiete d. Agrikulturphysik, 1898, 311 u. Münd. forstl. H. V, 1894, 127.

der Feuchtigkeit zwar mehr Wasser zu verdunsten als der unbestockte, ist letzterem in Windlagen infolge des Transpirationsschutzes der Pflanzen aber überlegen im Wasserhaushalt. Bei trockenem Winde verdunstet — unter sonst gleichen Umständen — mehr Wasser aus dem Boden als bei feuchtem und bei wärmeren Winden mehr als bei kälteren. Der Boden wird ferner durch den Wind stets abgekühlt und zwar um so mehr, je mehr Wasser er enthält und je größer die Windstärke und der Winkel ist, unter welchem der Wind auftrifft.

Bezüglich der Jahreszeit pflegen, wie schon bei der Betrachtung des Hitzeschadens hervorgehoben wurde, die im Frühjahr und Vorsommer wehenden Winde durch gesteigerte Austrocknung des Bodens den Kulturen und frischen Anpflanzungen besonders gefährlich zu werden.

2. Vorbeugungsmaßregeln.

1. Plenterweise Bewirtschaftung der austrocknenden Winden ausgesetzten Bestände, ev. Führung schmaler Saumschläge, wo die Kahlschlagwirtschaft mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse den Vorzug verdient.

2. Erhaltung eines guten Bestandsschlusses an den Rändern durch sachgemäße Durchforstung derselben. Schonung aller Vor- und Unterwüchse in Randstreifen, bei gefährdeten Laubholzorten auch im Bestandesinnern.

3. Durchsprengen der Laubholzbestände mit Nadelholz.

4. Einfassung der Laubholzbestände mit Mänteln aus Nadelholz, zumal an den Grenzen von Wald und Agrikulturgelände und längs der Waldwege. Die besten Holzarten zur Herstellung eines solchen Schutzmantels sind Fichte, Tanne und Weymouthskiefer. Bei mangelnder Bodenfrische begnügt man sich auch mit der gemeinen Kiefer oder der Schwarzkiefer.

Man legt den Mantel durch Pflanzung mit verschulten Pflanzen im Reihen- oder Dreiecksverband an und hält die Randreihe in der Regel etwas dichter. Im allgemeinen schwankt die Breite des Mantels zwischen 4 und 8 m.

Solche Mäntel gewähren nach verschiedenen Richtungen hin Vorteile, und zwar Schutz gegen Verwehen des Laubes, gegen Austrocknen durch Sonne und Wind, gegen Frostschäden usw. Bei der Durchforstung der Mäntel ist mit Vorsicht zu verfahren und den Randbäumen volle Beastung zu erhalten. Um an Wegen nicht zu späteren Räumungen gezwungen zu werden, empfiehlt es sich, die Randreihe schon bei der Anlage hinreichend weit (3—4 m) vom Wegkörper abzurücken.

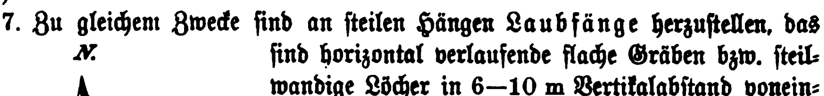
An Stelle der reinen Nadelholzumsäumungen kann auch Unterbau gefährdeter Laubholzränder mit den oben erwähnten schattenertragenden Nadelhölzern oder mit schattenertragenden Sträuchern[1]) in Frage kommen.

Auch an mit Laubhölzern bestockten steilen Hängen, an denen Wege mit hoher Böschung hinführen, kann es sich empfehlen, dem Abwehen des Laubes durch Umwandlung eines Streifens oberhalb des Weges in Nadelholz oder durch Unterbau eines wegoberseits gelegenen 3—5 m breiten Randstreifens mit Tanne, Fichte oder Weymouthskiefer vorzubeugen.[2])

5. Belassen eines etwa vorhandenen Strauchwuchses (Schwarzdorn, Weißdorn, Wacholder usw.) an östlichen und nordöstlichen Waldrändern, um die von den Sräuchern gebildete natürliche Schutzwehr zu benutzen.

1) Frey: Allg. F. u. J.-Ztg. 1905, 127; 1909, 305; Ztschr. f. F. u. Jw. 1914, 572. — 2) Verordng. für die hessischen Domanialwaldungen vom 14. Dezember 1901.

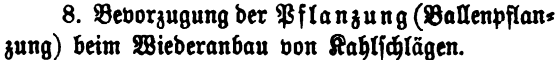
6. Umhacken des Bodens zugiger Ränder in Freilagen, um das Laub möglichst festzuhalten.



7. Zu gleichem Zwecke sind an steilen Hängen Laubfänge herzustellen, das sind horizontal verlaufende flache Gräben bzw. steilwandige Löcher in 6—10 m Vertikalabstand voneinander.

Abb. 88. Saatstreifen mit Abraum.

8. Bevorzugung der Pflanzung (Ballenpflanzung) beim Wiederanbau von Kahlschlägen.



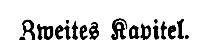
Bei etwaiger Wahl der Streifensaat sind in ebenen Lagen die Saatstreifen in der Richtung von Nordosten nach Südwesten (Abb. 88) anzulegen, mit Anhäufung des Abraumes auf der Südostseite.

Diese Richtung, welche die jungen Pflänzchen auch gegen Frost und Hitze schützt, sichert am besten gegen die austrocknenden Winde aus Osten und Süden.

9. Abtrieb der Niederwaldungen von Westen, Südwesten oder Nordwesten nach den entgegengesetzten Richtungen hin.

In Hochwaldungen ist diese Verjüngungsrichtung der Sturmgefahr wegen nur bei sturmfesten Holzarten bzw. in sturmsicheren Lagen zulässig.

10. Beim Kulturgeschäft sind die oben S. 285 unter 3 genannten Vorsichtsmaßregeln um so mehr zu beachten, je mehr die Kulturarbeiten in Zeiten mit Vorherrschen trockener Winde fallen.



Zweites Kapitel.

Stürme.[1])

Vorbemerkung.

Als Ergänzung der dem Abschnitt über Winde vorangestellten allgemeinen Bemerkungen über die Erscheinungen der Luftbewegungen sei hier zunächst darauf hingewiesen, daß die dem Walde gefährlich werdenden Stürme zwar stets auf Störungen des atmosphärischen Gleichgewichtes, keineswegs aber alle auf die gleiche Ursache zurückzuführen sind. Neben den häufigeren, namentlich im Winter auftretenden Stürmen, die mit den großen zyklonalen und antizyklonalen Drehungen um barometrische Minima und Maxima in engerer Beziehung stehen, kommen noch Luftwirbel lokalen

---

1) Zur Literatur: v. Wedell, W.: Über Sturmschäden in Gebirgsforsten usw., Halle 1802. — Zötl, G., Handbuch der Forstwirtschaft im Hochgebirge usw., Wien 1831, 114—130, 269—302. — Stötzer: Sturmschaden u. Forsteinrichtung. Festschrift von Eisenach 1905, 49. — Eifert: Forstliche Sturmbeobachtungen im Mittelgebirge. Eine Einzelstudie aus dem nordöstlichen württembergischen Schwarzwald. Allg. F. u. J.-Ztg. 1903, 323, 369, 418. — Bargmann, Bernh. Alex.: Die Verteidigung u. Sicherung der Wälder gegen die Angriffe u. die Gewalt der Stürme usw., das. 1904, 81, 121, 161, 201, 241; auch separat erschienen. Frankfurt a. M. 1904. — Die Arbeiten Eiferts und Bargmanns sind wertvolle Bereicherungen der sehr umfangreichen Sturmliteratur. Eine ziemlich vollständige, systematisch geordnete Übersicht über die in der Literatur vorhandenen Beobachtungen und Ansichten zur Sturmfrage bietet namentlich die Arbeit Bargmanns. — Wagner, C.: Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. 2. Aufl. Tübingen 1911. 2. Abschn. 1. Kap. Der Sturm 179—231.

Ursprunges in Betracht. Sie hängen mit örtlicher Wärmeanhäufung und Gewitterbildung zusammen, treten also hauptsächlich im Sommer auf und werden als Gewitterstürme (Gewitterböen) und Wirbelstürme (Tromben, Wettersäulen) bezeichnet.

Die Gewitterböen sind meist nicht an die unter dem Einfluß der täglichen Wärmeperiode entstehenden Wärmegewitter, sondern an die als Randbildungen größerer Barometerdepressionen auftretenden Wirbel- oder Frontgewitter gebunden. Auf der Rückseite solcher mit großer Schnelligkeit und gewöhnlich mit langer nordsüdlicher Front von West nach Ost fortschreitenden Gewitterstürze entwickeln sich leicht kalte Westwinde, die mit orkanartigen Stößen senkrecht zur Gewitterfront wirken.

Gewitterstürme sind Luftwirbel mit wagrechter Achse. Obgleich sie in mehr oder weniger beträchtlicher Höhe über der Erdoberfläche sich fortbewegen, sind die von ihnen im Walde angerichteten Zerstörungen bisweilen ganz außerordentliche (Taf. 1). Auf der Sturmbahn pflegt der größere Teil der geworfenen Stämme entsprechend der Sturmrichtung nach vorwärts zu liegen. Da gewöhnlich aber auch andere, durch einen vor dem Vorübergang der Böe eintretenden Gegenwind hervorgerufene Stammlagerungen vorkommen, sind, wie Eifert[1]) näher ausgeführt hat, Verwechslungen von Böen mit Tromben, d. h. mit Luftwirbeln um senkrechte Achse ebenso häufig wie erklärlich.

Die um eine Vertikalachse sich drehenden Wirbelungen (Tromben) zerlegt Eifert in feststehende und fortschreitende und unterscheidet bei letzteren Wirbel mit großer und kleiner Fortbewegungsgeschwindigkeit der Drehungsachse. Welche verschiedenen Wurftypen Folge dieses oder jenes Wirbels sein können, soll hier nicht weiter erörtert werden. Unter Hinweis auf die Beobachtungen und eingehenden theoretischen Folgerungen Eiferts über die Stammverwerfungsdynamik bei Wirbelstürmen sei nur hervorgehoben, daß die teilweise überraschenden, allen forstlichen Maßnahmen und jeder Widerstandsfähigkeit unserer sturmfestesten Holzarten hohnsprechenden Verheerungen durch Tromben ebenso selten, wie meist scharf begrenzt und der Fläche nach beschränkt sind.

Ihren Ausgangspunkt hat die Trombe nach Hann (Lehrb. d. Meteorol. 2. Aufl. 538) in den höheren Schichten der Atmosphäre. Vom Wolkenniveau, dem Sitze ihrer Energie herab sendet sie, sofern in den unteren atmosphärischen Schichten die erforderlichen Bedingungen erfüllt sind, einen oft schlangenartig sich windenden Wirbeltrichter zur Erde, der seinen Weg über Berg und Tal in gerader Richtung verfolgt und überall zerstörend wirkt, wo er den Boden berührt. Da eine solche Berührung aber nicht immer stattfindet, der Wirbeltrichter sich vielmehr ab und zu von der Erde zurückzieht, um im weiteren Verlauf wieder herabzusteigen, so erklärt sich die mehrfach gemachte Beobachtung, daß in der Wurfbahn fortschreitender Wirbelstürme meist nicht nur einzelne Bäume, sondern oft ganze Bestandsteile verschont bleiben.

Die Sturmwirkung hängt, abgesehen von der Art, Herkunft und Richtung des einzelnen Sturmes nnd den zahlreichen, weiter unten näher besprochenen bedingenden Momenten, naturgemäß in erster Linie von der Sturmstärke, dann aber auch

1) a. a. O. 338; Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 236.

davon ab, ob der Sturm stetig oder in periodisch wiederkehrenden Stößen weht. Je mehr das letztere der Fall ist, um so leichter summieren sich im Walde die Wirkungen der einzelnen Sturmstöße zu verderblich werdenden Schwingungen der Bäume. Auf diese Weise kommt es vor, daß stärkere, aber gleichmäßiger wehende Stürme in der verderblichen Wirkung von schwächeren, aber stoßweise angreifenden übertroffen werden.



Abb. 89. Windbruch und Windwurf (phot. von Karl Döhler).

1. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Der Sturm lockert und hebt die Baumwurzeln im Boden und bewirkt hierdurch bisweilen eine bleibende Neigung der Bäume nach der entgegengesetzten Seite, so daß die in einer Örtlichkeit vorherrschende Sturmrichtung ab und zu schon am stehenden Holze sich erkennen läßt. Bei stärkerem Auftreten verursacht der Sturm Bruch oder Wurf. Unter letzterem versteht man das Ausheben (Auswulsen) ganzer Stämme mit der Wurzelscheibe und dem umgebenden Erdballen, ohne daß der Stamm wesentlich verletzt wird. Man bezeichnet die gebrochenen Stämme als Windbrüche, die geworfenen als Windfälle (Windwürfe) (Abb. 89).

In einigen Waldgegenden haben sich für die Windfälle schon seit langer Zeit lokale Benennungen eingebürgert, welche entweder für die Bäume einschließlich der ausgehobenen Erdscheiben oder nur für die letzteren gelten. Man nennt sie Würbse (Thüringen), Wurfbosen (vormaliges hessisches Hinterland), Wulse, Wulze (Württemberg), Wobse usw.

Ob diese oder jene Art des Sturmschadens eintritt, hängt teils von der Intensität des Sturmes, teils von dem gegenseitigen Verhältnisse zwischen der Widerstandskraft der Wurzeln und des Stammes ab. Windbruch entsteht, wenn die Widerstandsfähigkeit der Wurzeln größer ist als diejenige des Stammes. Windwurf ereignet sich, wenn umgekehrt die Wurzeln des Baumes der Kraft des Sturmes weniger widerstehen als der Schaft. Wesentlich beeinflußt wird das Widerstandsverhältnis zwischen Wurzeln und Schaft — unter sonst gleichen Umständen — durch die Bodenbeschaffenheit an und für sich (Mächtigkeit, Bindigkeit und Feuchtigkeits-

grad), bzw. durch die jeweils beim Eintritte des Sturmes vorhandene Bodenbeschaffenheit (etwaige Erweichung durch vorausgegangenen längeren Regen), durch die Lage (ob Ebene oder Hang, Exposition, Neigungswinkel usw.) und schließlich auch durch die Jahreszeit (Frost im Boden erhöht die Bruchgefahr).

Abgesehen davon ist natürlich die Sturmfestigkeit unserer Waldbäume sehr verschieden nach Holzart, Schaftlänge, Bekronung, Gesundheitszustand des Holzes, Baumstellung, Art der Bestandsbegründung und Bestandserziehung, sowie sonstigen lokalen Umständen. In welcher Weise alle diese Momente wirken, wird sich aus der folgenden Darstellung ergeben.

Die gegen den Wind streichenden Wurzeln heißen Ankerwurzeln (Gasparin); die auf der Rückseite des Baumes liegenden Wurzeln hingegen führen den Namen Stützwurzeln. Man ist geneigt, anzunehmen, daß es neben den in dieser Hinsicht wichtigsten, nämlich den in die Tiefe gehenden Wurzeln hauptsächlich die Ankerwurzeln sind, die den Baum gegen den Sturm halten. Wie schon Nördlinger[1]) erkannte, fällt diese Aufgabe aber mehr den zurückliegenden Stützwurzeln zu. Die Mitwirkung der Ankerwurzeln hierbei ist nur eine beschränkte. Zum Beweise sei auf das nicht selten bemerkbare verschiedene Verhalten der Straßenbäume Bezug genommen. An einer von Nord nach Süd, also senkrecht zur herrschenden Windrichtung (West) verlaufenden, mit Seitengräben versehenen Straße stehen die dem Windeinflusse zunächst ausgesetzten Bäume auf der Westseite vielfach ziemlich gerade, während die gegen den Wind mehr geschützten Bäume längs der Ostseite schief über den Graben geneigt sind. Die Erklärung für diese auffällige Erscheinung liegt in der verschiedenen, durch die Gräben und durch die Windbeeinflussung bedingten Ausbildung des Wurzelsystems der west- und ostseitig stehenden Bäume. Durch den Graben und durch die Austrocknung der direkt vom Wind getroffenen Grabenwand gezwungen, entwickeln die Bäume auf der Westseite hauptsächlich Stützwurzeln. Die an der Ostseite stehenden Bäume aber werden durch den hier verlaufenden Graben gehindert, ihre Stützwurzeln in gleicher Weise auszubilden wie die im Straßenkörper sich ausbreitenden Ankerwurzeln. Sie vermögen deshalb dem Winddrucke kein so starkes Gegengewicht entgegenzustellen wie die Bäume der Westseite und nehmen infolgedessen leichter eine schiefe Stellung ein als diese.

Stehen die Bäume an den Rändern eines in gleicher Richtung wie die eben genannte Chaussee verlaufenden Hohlweges, so zeigt sich das umgekehrte Verhältnis, weil hier die rückliegenden Wurzeln auf der Westseite infolge der absteigenden Böschung weniger Raum zu ihrer Entwickelung haben als auf der Ostseite — Bäume mit den schönsten Ankerwurzeln sieht man nach einem Sturm oft umgestürzt, wenn sie der Stützwurzeln ermangeln.

Die Verheerungen durch den Sturm treffen oft nicht nur einzelne Stämme, sondern erstrecken sich häufig auf ganze Bestände (Bruchschläge). Man spricht daher von Einzel- und Massen- oder Flächenbruch, ebenso von Einzel- und Massen- oder Flächenwurf. Als Formen des letzteren von bestimmter äußerer Flächenausdehnung sind der Gassen- und Nesterwurf anzusehen. Bei jenem wird ein Holzbestand in langen, schmalen Bahnen (Gassen), die der Windrichtung entsprechen, geworfen; bei diesem hingegen erfolgt der Wurf hier und da in größeren oder kleineren Plätzen (Löchern, Kesseln, Nestern).

Der Windbruch tritt als Schaft-, Wipfel- oder Astbruch auf. Der Schaftbruch kann entweder am Wurzelstock oder höher hinauf am Schaft erfolgen (Abb. 90).

Die Bruchstelle, deren Lage von der Ansatzhöhe, Länge und Ausformung der Baumkrone wesentlich abhängig ist, zeigt zumeist mehr oder weniger umfangreiche,

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1897, 185.



Abb. 90. Massenbruch in der Nähe von Leipzig durch einen Gewittersturm am 12. Mai 1912 (phot. von Karl Döhler).

bisweilen spiralförmig gewundene Längssplitterungen (Abb. 91). Der Baumschaft scheint im letztgenannten Falle förmlich abgedreht worden zu sein (Abb. 92), eine Bruchform, die man sich gern als Wirkung von Wirbelwinden erklärt. Wie Eifert (a. a. O. 327) hervorhebt, sind Drehbrüche aber nur dann als Folge von Wirbelungen anzusehen, wenn die Umdrehung mehr als 180° beträgt. In allen anderen, d. h. in fast allen Fällen sind Drehbrüche auf drehwüchsige Holzbildung, zumeist aber auf ungleiche Beastung zurückzuführen, die einen größeren Sturmdruck auf die breiter entwickelte Kronenseite zur Folge hatte.

Die Richtung, in welche die geworfenen bzw. gebrochenen Stämme zu liegen kommen, hängt naturgemäß in erster Linie von der Richtung des brechenden Sturmes ab. Bei jedem Sturme pflegen aber infolge von allerhand Nebenwirkungen Fallrichtungen vorzukommen, die weder unter sich, noch mit der allgemeinen Stammlage übereinstimmen. Solche „Verwerfungen" sind, wenn sie einzeln auftreten, auf Kronen-, Schaft- oder Wurzelbildung des betreffenden Baumes, auf Bodenverhältnisse, Hängigkeit des Standortes oder auch auf den umgebenden Bestand zurückzuführen. Handelt es sich jedoch um Massenverwerfungen, so sind deren Ursachen entweder, wie schon oben (S. 301) angedeutet, in Wirbelbildungen, vorwiegend aber in der Geländeausformung, hin und wieder — wenn die Verwerfungen in Gestalt kreuzweise auf- und übereinandergelagerter Schichten auftreten — in verschiedenen Sturmrichtungen zu suchen, die sich bei langandauernden Stürmen unter der Wirkung der normalen Winddrehungsgesetze herausbilden.

Es ist selbstverständlich, daß alle derartigen Abweichungen der Fallrichtung von der Sturmlinie aus dem Gesamtbilde ausgeschieden werden müssen, sobald man der Aufgabe nachgeht, die Sturmrichtung aus der Fallrichtung zu bestimmen. Im großen ganzen pflegen sich Sturmrichtung und Wurflinie zu decken und zwar um so besser, je heftiger der in Frage kommende Sturm war. Wo sie nicht übereinstimmen, setzt, wie namentlich aus den Erörterungen Eiferts über diesen Gegenstand (a. a. O. 324 ff.) hervorgeht, die richtige


Abb. 91. Gebrochene Kiefer mit vollständig zersplitterter Bruchstelle (phot. von Karl Döhler).

Deutung der verschiedenen Fallrichtungen langjährige Studien und eingehende auf Kenntnis der Windbewegung gestützte Beobachtungen voraus.

Die in unseren Wäldern durch Stürme hervorgerufenen Schäden wachsen, wie die Erfahrung lehrt, bei großen Sturmverheerungen über das von anderen Waldkalamitäten eingehaltene Maß leicht hinaus. Von vielen Seiten (vgl. auch Bargmann: a. a. O. 82) werden die Stürme deshalb als die schlimmsten und gefährlichsten Feinde des Waldes bezeichnet, ein Urteil, das zwar nicht allgemein, aber doch in Ansehung großer mit Nadelholz (Fichte) bestockter Waldgebiete zweifellos zu Recht besteht.

Die Sturmbeschädigungen selbst sind größtenteils direkte, zum Teil aber auch indirekte.

Direkte Nachteile sind: Materialverluste, namentlich Sinken des Nutzholzprozentes infolge von Bruch, Zersplitterung, Verbiegen usw.; Beschädigung des Jungwuchses in den natürlichen Verjüngungen; Zuwachs-


Abb. 92. Kiefer mit Drehbruch (phot. von Karl Döhler).

verluste durch Bruch und Wurf in unreifen Beständen, deren Durchlöcherung so weit gehen kann, daß sie vorzeitig abgetrieben werden müssen; Geldverluste durch Sinken der Holzpreise infolge Überfüllung des Marktes, Unverwertbarkeit mancher Sortimente (Reisig, Stockholz) und infolge vermehrter Ernte- und Kulturkosten (Steigen der Arbeitslöhne bei Mangel an Arbeitskräften und wegen Schwierigkeit der Aufräumungsarbeiten).

Andauernder fühlbar und deshalb schlimmer als die bisher genannten Folgen größerer Sturmkalamitäten sind die mit letzteren verbundenen Störungen der räumlichen und zeitlichen Ordnung. Altersklassenverhältnis, Hiebsfolge und Nachhaltswirtschaft können durch einen einzigen Sturm die bösesten Beeinträchtigungen erfahren. Die Störung der Wirtschaft kann unter Umständen so groß werden, daß eine vollständige Umarbeitung der Wirtschaftspläne und Ertragsregelungen erfolgen muß.

Als indirekte Nachteile sind zu nennen die mit der Durchlöcherung der Bestände und mit der Verzögerung der Neukultur der Bruchflächen verbundene Verunkrautung und Verwilderung des Bodens, die gesteigerte Feuers- und Insekten-(Borkenkäfer-)gefahr, sowie die Möglichkeit weiterer Sturm- bzw. Austrocknungsschäden an den durch die Kalamität geschaffenen, mehr oder weniger unregelmäßigen und des Schutzes gegen Wind und Sonne entbehrenden neuen Bestandesrändern.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Die Nadelhölzer sind den Sturmschäden in viel höherem Maße ausgesetzt als die Laubhölzer. Bedeutendere Sturmverheerungen in Laubwäldern gehören zu den Seltenheiten.

Die Erklärung hierfür liegt teilweise in der größeren Festigkeit des Holzes der Laubbäume, teilweise in ihrer besseren Verankerung durch mehr in die Tiefe gehende Wurzeln, namentlich aber in ihrer Blattlosigkeit während der Vegetationsruhe, d. h. in der Zeit, in welcher bei uns erfahrungsgemäß die meisten und auch stärksten Stürme vorkommen.

Was die einzelnen Holzarten innerhalb beider Gruppen anlangt, so ist es nicht gut möglich, eine für alle Verhältnisse gültige Reihenfolge in bezug auf Sturmfestigkeit aufzustellen, weil die Größe des Schadens von den Bestandes- und Witterungsverhältnissen, in erster Linie aber von dem die Wurzelbeschaffenheit und die Tiefe des Einwurzelns beeinflussenden Boden wesentlich abhängig ist; jedoch sind wintergrüne Belaubung und flach streichende Bewurzelung zwei Momente, welche vorzugsweise zum Bruche bzw. Wurfe veranlagen. Da nun diese beiden Eigenschaften bei der Fichte zusammentreffen, so muß diese Holzart am meisten durch Sturm leiden. Die Erfahrung hat auch diesen Satz als Regel bestätigt. Die zumal bei den Stürmen der neueren Zeit zutage getretenen Ausnahmen sind auf andere Ursachen (gewisse Bodenverhältnisse, besondere Heftigkeit des Sturmes usw.) zurückzuführen.

Wo z. B. Holzarten mit Pfahlwurzelbildung (Tanne, Kiefer usw.) durch den Untergrund an der Ausbildung ihres normalen Wurzelsystems verhindert werden, unterliegen sie dem Sturme gerade so gut als die Fichte, unter Umständen sogar noch mehr, weil sie dann ebenfalls nur flache Wurzeln ausbilden können und weil ihrem Wurzelsystem in diesem Falle meist die Regelmäßigkeit abgeht, welche die Fichte auszeichnet. Dies ist z. B. der

Fall auf flachgründigen Böden, zumal in Verbindung mit festem, unzerklüftetem oder undurchlässigem Untergrunde.

Man wird hiernach nur dann eine einigermaßen haltbare Reihenfolge der einzelnen Holzarten in bezug auf die Sturmfestigkeit aufstellen können, wenn man unter Annahme sonst gleicher Bedingungen und Einflüsse für jede Holzart die zuträglichsten Standortsverhältnisse und eine naturgemäße forstwirtschaftliche Behandlung unterstellt.

Unter diesem Gesichtspunkte reihen sich die Nadelhölzer ihrer Sturmfestigkeit nach in folgender Weise aneinander: Lärche, Kiefer bzw. Kiefernarten, Tanne, Fichte. Unter den Kiefern sind Krummholzkiefer und Arve sturmfester als Weymouths-, Schwarz- und gemeine Kiefer.

Wir verzeichnen im nachstehenden einige Ausnahmen von dieser Reihenfolge, welche sich zum größten Teil auf lokale Verhältnisse zurückführen lassen.

Im Forstbezirke Cunnersdorf (Sachsen)[1]) brachen 1868 in Mischbeständen auf Quadersandstein und Granit 46% Tannen, 40% Fichten, 38% Buchen und 34% Kiefern. In Teilen der preußischen Provinz Hessen brach durch diesen Sturm die Kiefer mehr als die Fichte.

Durch den Orkan vom 12. März 1876 wurde in vielen Gegenden die Kiefer mehr mitgenommen als Tanne und Fichte. Das bessere Widerstehen der Fichte hat sich z. B. in der preußischen Oberförsterei Hürtgen[2]), in der preußischen Oberförsterei Marburg[3]), in den sächsischen Staatswäldern[4]) gezeigt. Es würde aber nicht richtig sein, aus diesen vereinzelten Vorkommnissen eine größere Sturmempfindlichkeit der Kiefer herleiten zu wollen; diese Schlußfolgerung wäre schon deshalb nicht zulässig, weil der betreffende Orkan in einer jeder Gesetzmäßigkeit Hohn sprechenden Heftigkeit aufgetreten ist.

Daß auch die Tanne die ihr vielfach nachgerühmte Sturmfestigkeit hin und wieder vermissen läßt, dafür liefert die Sturmchronik der letzten 50 Jahre mehrfache Beweise. Im Tannengebiet des Franken- und Thüringerwaldes verursachte der Sturm vom 7. Dezember 1868 äußerst umfangreiche Bruchschäden.[5]) Auch in den Vogesen hat die Tanne nach Bargmann (a. a. O.) den Ruf einer sturmfesten Holzart in den letzten Jahrzehnten „nicht eben weiter begründen helfen", was aber unter Hinweis auf den großen Umfang überalter, auf dem flachgründigen Vogesensandstein stockender Bestände erklärlich wird.

Unter den Laubhölzern sind ebenfalls die flachwurzelnden Holzarten am meisten gefährdet, vor allen: Buche[6]), Birke, Aspe, Hornbaum. Daß man die Buche am meisten geworfen und gebrochen sieht, ist wohl hauptsächlich in dem Vorherrschen dieser Holzart in den deutschen Laubwäldern begründet. Ziemlich sturmfest verhalten sich: Berg- und Spitzahorn, Esche, Ulme, Roterle, Linde, Robinie und Walnußbaum, und am meisten widersteht die tiefwurzelnde Eiche.

Selbst letztere Holzart leistete aber den 1872er und 1876er Stürmen in manchen Örtlichkeiten keinen Widerstand. Im akademischen Forstreviere Wampen (bei Greifswald) wurden 1872 z. B. Eichen von 4—5 fm eine Beute des Sturmes.

Im Philosophenwalde bei Gießen (Diluvium mit unterliegenden Tonschichten) fielen (1876) Eichen in nicht unerheblicher Zahl. Auch die alten 300—500 jährigen Spessarteichen (Revier Rothenbuch) sind dem Sturm vom 12. März 1876 in beträchtlicher Menge zum Opfer gefallen (Bargmann: a. a. O. 75.).

---

1) Blohmer: Thar. Jhrb. 1870, 275. — 2) Aldenbrück: Forstl. Bl., N. F. 1876, 159. — 3) Kienitz, M.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1877, 370. — 4) v. Schönberg: Forstl. Bl. N. F. 1876, 190. — 5) Stötzer: a. a. O. 57. — Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1871, 342. — Bernhardt: das. 1878, 283. — 6) Kienitz: a. a. O. — Bargmann: a. a. O. 54.

b) Holzalter.

Der Sturmschaden macht sich gewöhnlich erst in Beständen höheren Alters bemerkbar. Die zweite Hälfte oder das letzte Drittel des Umtriebsalters ist die am meisten gefährdete Periode. Innerhalb dieses Zeitraumes nimmt die Standfestigkeit des einzelnen Baumes mit dem höheren Alter in demselben Maße ab wie seine Biegsamkeit — oft auch seine Gesundheit — mit dem Stärken- und Längenzuwachs des Schaftes und mit der Verbreiterung seiner Krone zurückgeht.

Umfangreiche Beschädigungen in Beständen unter 50—60jährigem Alter gehören zu den seltenen Erscheinungen, die nur unter besonderen Verhältnissen auftreten, z. B. bei sehr flacher Bewurzelung, auf sehr lockerem, nassem oder durch Regen stark erweichtem Boden, bei sehr exponierter Lage, bei großer Heftigkeit des Sturmes usw.

Der Schaden im Jungholze besteht meist in Verschiebungen der Stämmchen aus dem lotrechten Stande (Winddruck), weniger in Entwurzeln, noch seltener in Bruch.

Durch die 1872er Stürme wurden z. B. an der Ostsee in den Greifswalder Forsten 25jährige Kiefern geschoben.

Der 1876er Orkan richtete sogar schon in 15—20jährigen Fichten- und Kiefernbeständen arge Verheerungen an. Heß sah Stangenhölzer, in welchen 25—30 % der Stämme nesterweise um Winkel von etwa 30° nach Osten und Nordosten gedrückt waren.

Nach Kienitz[1]) brach der Sturm von 1876 die Kiefern der Oberförsterei Marburg in Hessen in der 2., 3. und 4. Altersklasse im Verhältnis 5 : 7 : 9.

c) Bestandesschluß (Wachsraum) und Bestandeszusammensetzung.

Im Freistande erzogenes oder wenigstens räumlich erwachsendes Holz leistet dem Sturme durch stufigen, kegelförmigen Aufbau des Schaftes, starken Wurzelanlauf, tief herabreichende Beastung und feste Verankerung im Boden weit größeren Widerstand als die im engen Schlusse stehenden Stämme. Der Frei- und Lichtstand erzieht selbständige, der Schlußstand unselbständige, durch Fehlen guter Verankerung, durch geringen Wurzelanlauf, lange, schwache, walzenförmige Schäfte und hinaufgeschobene Kronen ausgezeichnete Baumindividuen. Je dichter der Schluß während der Bestandesentwickelung, um so größer die Unselbständigkeit des Einzelindividuums, um so geringer dessen Standfestigkeit.

Am leichtesten brechen und fallen die im Schlußstande erzogenen Bäume bei unvermittelt eintretenden Änderungen ihrer Wachsraumsverhältnisse, bei plötzlichen Lockerungen oder Freistellungen. Solange solche unterbleiben, ist die Sturmgefahr für den im Schlußstande heranwachsenden Baum keine besonders große.

Im gleichalterigen geschlossenen Bestande kommen die Bäume ihrer eigenen Unselbständigkeit vielmehr dadurch zu Hilfe, daß sie sich gegenseitig aufeinander stützen und aneinander anlehnen. Der Bestand wird dadurch zu „einer in bezug auf Sturmschutz organisierten Einheit" (Wagner, Grundlagen, 2. Aufl. 200), deren Sicherung nach außen von den Randstämmen übernommen wird. Unter halben Freistandsbedingungen erwachsend, bauen sich die Randbäume in der oben erwähnten Art und Weise auf und werden dadurch zum Trauf oder Windmantel, dessen Widerstandsfähigkeit gegen Stürme selbst in Fichtenbeständen oftmals ganz hervorragend ist.

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1877, 365.

Im Innern des Bestandes schwindet die Widerstandsfähigkeit allerdings um so mehr, je schneller und unvermittelter das bisherige Gefüge des Bestandes durch Maßnahmen des Wirtschafters aufgehoben wird oder ohne seinen Willen verloren geht. Damit erklärt sich der oft große Sturmschaden in Samen- und Lichtschlägen (vgl. e).

Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zeigen sich Mischbestände, namentlich solche aus Laub- und Nadelholz, im allgemeinen windständiger als reine, von sturmgefährdeten Holzarten gebildete Bestände.[1] Ein aus sturmfesten und weniger sturmfesten Hölzern gemischter Bestand gewinnt durch die Mischung nicht nur als Ganzes, es steigert sich in ihm auch die Standfestigkeit der sturmempfindlicheren Baumindividuen, weil diesen durch die Mischung bessere Entwickelungsbedingungen für Wurzel und Krone geschaffen werden als im reinen, durch gleiche Ansprüche sämtlicher Bestandsglieder gekennzeichneten Bestande.

d) Stammbeschaffenheit.

Lange, walzenförmige Baumschäfte mit hochangesetzter, nach allen Seiten hin breiter Krone unterliegen der Sturmgefahr — wegen langen Hebels und hochliegenden Schwerpunktes — am leichtesten. Daher kommt es, daß Stämme, welche in jüngere Bestände eingewachsen sind und deren oberes Kronendach merklich überragen, leicht gebrochen oder geworfen werden.

Ferner leiden besonders kranke oder beschädigte Stämme. Wurzelfäule, Kernfäule, Anharzung, Schälen durch Wild, Insektenfraß, Pilzbeschädigungen, Kugelschüsse, Rindenbrand usw. veranlagen die Stämme zum Bruche; dieser erfolgt dann in der Regel an der kranken bzw. beschädigten Stelle.

Im Thüringerwalde wurden durch die Stürme des Jahres 1868 vorzugsweise die alten, harzfaulen Fichten geworfen. Im Revier Schmiedefeld machten diese 80 % des ganzen Bruchholzanfalles aus.

Wipfel- und Astbrüche ereignen sich besonders bei Kiefer, Erle, Esche und Robinie. An den beiden letzten Holzarten spaltet der Sturm namentlich gern die gabelförmig gewachsenen Zweige und Wipfel. Von den Eichen werden besonders die dürren Äste (Hirschhörner) abgeschlagen.

e) Betriebsart.

Die Ansichten darüber, welche Betriebsart am widerstandsfähigsten gegen Sturmschäden ist, sind nicht ganz übereinstimmende.

Die Hochwaldbetriebe sind, wie sich aus den Bemerkungen unter a), b) und d) ohne weiteres ergibt, zweifellos sturmgefährdeter als die Ausschlagholzbetriebe und der Mittelwald. In Niederwäldern ist Sturmschaden so gut wie unbekannt, und auch im Mittelwald tritt er ganz zurück. Gefährdet ist hier nur das Oberholz; das aber besteht zumeist aus Laubhölzern, die infolge des ihnen dauernd gewährten freien Standes nach allen Seiten hin größere Wurzelfestigkeit und gleichmäßige Bekronung, also sturmsichere Wuchsformen entwickelt haben.

Unter den Hochwaldbetrieben ist der Plenterbetrieb mit seiner gruppen- und horstweis verteilten ungleichaltrigen, mehr oder weniger freiständig erwachsenen

---

1) Rücker: Allg. F. u. J.-Ztg. 1848, 2. — Bericht d. sächs. Forstvereins 1871, 84.

Bestockung wohl der sturmsicherste.[1]) Er verfügt nicht nur wie die Schlagbetriebe nach außen hin über eine sturmfeste Schale, sondern besteht auch in seinem Innern aus sturmfester Substanz. Wo für die Wahl der Bestandsform allein die Sturmgefahr bestimmend ist (hohe Gebirgslagen), ist auf Beibehaltung des von der Natur schon gebotenen Plenterwaldes zuzukommen. Weit schwieriger ist, wie Stötzer[2]) mit Recht hervorhebt, die Überführung gleichwüchsiger, zumeist aus Nadelholz (Fichte) bestehender Gebirgshochwälder in die Plenterform, weil hierbei, in ähnlicher Weise wie bei der Schirmschlagverjüngung, eine die Sturmgefahr wesentlich steigernde Durchlöcherung der Bestände unvermeidlich ist.

Im Gegensatz zum Plenterbetrieb führen die Schlagbetriebe zur Entstehung mehr oder weniger gleichwüchsiger Bestände. In demselben Maße, wie sie dabei die Entwickelung selbständiger Baumindividuen beeinträchtigen, vermindern sie ihre Sturmfestigkeit, sofern es ihnen nicht gelingt, die aufgegebene innere Festigung durch Schutz des ganzen Bestandes von außen zu ersetzen. Für einen im Innern geschlossenen Bestand ist der Außenschutz durch Trauf und Deckung im allgemeinen jedoch hinreichend; letzterer verliert seine Wirksamkeit aber einem im Innern gelockerten Bestand gegenüber und zwar, wie schon unter c) erörtert wurde, um so mehr, je unvermittelter die Lockerung vor sich geht. Der kritische Zeitpunkt in bezug auf Sturmgefahr tritt bei den Schlagbetrieben infolgedessen hauptsächlich im Verjüngungsstadium hervor.

Am gefährdetsten unter den Schlagbetrieben ist der Schirmschlagbetrieb. Die für ihn charakteristische gleichmäßige Lockerung des Bestandesschlusses schafft, wie die Erfahrung lehrt, außerordentlich günstige Vorbedingungen für verheerende Wirkungen der in das Bestandsinnere einbrechenden Stürme.[3])

Eine größere Widerstandsfähigkeit wohnt den verschiedenen Formen des mit horst- und gruppenweiser Verjüngung arbeitenden Plenterschlagverfahrens inne. Bargmann[4]) geht sogar so weit, in dieser Betriebsform das geeignetste Verfahren zu erblicken, um Bestände sturmfest zu machen. Obgleich die in Bayern und anderwärts gesammelten Erfahrungen v. Huber[5]) im allgemeinen Recht geben, wenn er andeutet, daß sich die Gruppenränder meist viel sturmfester erweisen als man anzunehmen geneigt ist, so bedarf doch die eben genannte günstige Beurteilung der Sturmfestigkeit des Plenterschlagbetriebes durch Bargmann nicht unerheblicher Einschränkungen. Windgefährdete Lagen[6]), Böden und Holzarten (Fichte) lassen die der löcherweisen Vorverjüngung in bezug auf Sturmschutz nachgerühmten Vorzüge nicht oder nur teilweise in Erscheinung treten und schließen die Anwendung des Verfahrens hier und da auch vollkommen aus.[6])

Als ziemlich sturmsicher hat sich unter den natürlichen Verjüngungsverfahren endlich noch der Saumschlag erwiesen. Die hierbei auf dem randseitigen Verjüngungsstreifen vorgenommene Lockerung des Bestandsschlusses macht allerdings sorgfältige Beachtung der jeweiligen Sturmrichtung bei der Wahl der Hiebsrichtung zum unbedingten Erfordernis. Die geringe Widerstandsfähigkeit des nach den Regeln des Schirmschlag- oder Plenterschlagverfahrens behandelten Randstreifens setzt

1) Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1871, 343. — Fankhauser: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1895, 1. — 2) Festschrift usw. 59. — 3) Pilz: Forstl. Bl. N. F. 1882, 170. — v. Huber: Bericht d. D. Forstvereins 1901 (Regensburg), 151. — 4) A. a. O. 73. — 5) Bericht d. D. Forstver. 1901, 151; vgl. auch Frey: Forstw. Zbl. 1906, 363. — 6) Vgl. v. Huber: a. a. O. 150; Reuß: das., 147; Stötzer: Festschrift 59; Wagner: Grundlagen 220.

notwendigerweise voraus, daß die Verjüngung von der geschütztesten nach der meistgefährdeten Seite vorschreitet. Ob dieses Vorschreiten von E oder NE nach W bzw. SW oder, wie der Blendensaum Wagners, in nordsüdlicher Richtung zu erfolgen hat, hängt davon ab, ob im einzelnen Falle neben den Weststürmen noch Nord- bzw. Oststürme zu fürchten sind. Das mancherorts beobachtete Auftreten verderblich werdender Ost- und Südoststürme weist darauf hin, daß die von Wagner befürwortete Nordsüdrichtung bei der Verjüngung der betreffenden Lagen mehr zu empfehlen ist als das schablonenhafte Festhalten an der der allgemeinen Sturmrichtung entsprechenden Ostwestrichtung.

Eine mindestens gleich große Sturmsicherheit wie der Saumschlagbetrieb gewährleistet unter der auch hier zu nennenden Voraussetzung, daß die Hiebsrichtung vom Sturm bestimmt wird, der Kahlschlagbetrieb. Dem Nachteil, daß zumeist reine, gleichwüchsige und deshalb sturmempfindlichere Bestände das Ergebnis der mit dem Kahlschlagbetrieb verbundenen Kunstverjüngung sind, steht als Vorteil gegenüber, daß der Schluß des zu verjüngenden Bestandes bis zum Abtrieb allenthalben unversehrt bleibt. Der Bestand wird allerdings an einer Seite geöffnet und den von dieser Seite kommenden Winden schutzlos preisgegeben. Die daraus entstehende Gefahr aber ist, da von rückwärts kommende Stürme im wesentlichen durch richtige Schlagführung zu Seltenheiten und Ausnahmeerscheinungen gemacht werden können, so gering, daß ziemliche Übereinstimmung darüber herrscht, daß der Kahlschlagbetrieb am sichersten gegen Windbruchgefahr schützt (vgl. auch Stötzer: Festschrift 60, 61).

f) Standort.[1])

Was die Terrainverhältnisse betrifft, so werden die Berg- und Hügellandsforste im allgemeinen mehr vom Sturme heimgesucht als das höhere Gebirge.

Die Sturmverheerungen der letzten Jahrzehnte haben in Mittel- und Norddeutschland (Thüringerwald, Harz) namentlich die Region von 100—800 m Meereshöhe getroffen. Diese Erscheinung hängt wohl weniger mit der je nach der Höhenlage verschiedenen Windstärke als mit den Wuchsverhältnissen zusammen. In Höhenlagen sind die Fichten usw. kurzschäftiger und stehen auch räumlicher; sie sind deshalb tiefer herab beastet und von Haus aus widerstandsfähiger erwachsen als die im dichten Schlusse lang emporgespindelten Schäfte in Mulden und tieferen Lagen.

Von besonderem Einfluß auf die Größe der Windbruchgefahr ist zunächst die Geländeausformung.

Zu den Örtlichkeiten, welche durch Stürme in erster Linie gefährdet sind, gehören: dem Sturme vorliegende sanft ansteigende (westliche) Waldpartien, welche an weite, schutzlose Ebenen stoßen, hervorstehende Bergkuppen und scharfe Rücken (Grate), kleine Einsattelungen in der Sturmrichtung, Schluchten, Mulden und schmale Täler, welche sich von Westen oder Südwesten nach Osten oder Nordosten senken. Der Schaden erfolgt hier an den Nord- und Südhängen, welche der Sturm in der Flanke bestreicht. Mit jeder Talkrümmung findet eine Abschwächung der Sturmwirkung statt. Ferner gehören zu den besonders gefährdeten Örtlichkeiten: Querriegel, welche

1) Vgl. hierzu namentlich das oben S. 300 angeführte Buch von Zötl, das vorzügliche eingehende Beobachtungen über die Abhängigkeit des Sturmschadens von der Geländeausformung enthält.

schmale Täler abschließen, scharfe Vorsprünge bzw. Bergzungen am Ausgange solcher Täler oder an der Abgangsstelle von Seitentälern, sofern deren Anschluß und Verlauf günstig zur Sturmherkunftsrichtung liegt, steile Hänge, welche der Sturm gerade oder schräg herab trifft usw. Nach Eifert[1]) genießen Bestände, die sich am Fuße steiler, in schroffem Winkel aus der Ebene aufsteigender Hänge befinden, wenn sie von einem in der Niederung herankommenden Winde getroffen werden, verhältnismäßige Ruhe und Windstille, weil sich die anprallende Luftmasse am Steilhange staut. Die Stauung führt zwar zu einer gewissen Verdichtung der Luft, andererseits aber auch zur Bildung eines „toten Winkels" vor der aufsteigenden Bergwand. Weniger geschützt sind die höher gelegenen Hangteile, weil hier die über die Seitenfläche des ruhigen Luftwinkels sich hinaufschiebenden Luftströme auftreffen.

Das Gegenstück des aufsteigenden Sturmes ist der Sturz-, Berg- oder Überfallwind. Er stürzt nach Überschreitung eines Berges oder einer Hochebene an der in der Sturmrichtung verlaufenden Hangseite zu Tale und wird namentlich im Hochgebirge leicht weit gefährlicher als der bergauf streichende Wind. Im Mittelgebirge ist die Annahme einer besonderen Schädlichkeit des Überfallwindes nach den Feststellungen Eiferts (a. a. O. 377) nicht ohne weiteres richtig. Gefährliche Bergwinde kommen hier nur dann zustande, wenn ihnen das Gelände die nötige Tiefenverlängerung in horizontaler Richtung gestattet. Das aber ist nur dort der Fall, wo dem vom Steilhang herabfallenden Winde keine geschlossene und nahe Gegenwand, sondern eine kürzere obere längere Öffnung im Gelände gegenübersteht. Wenn eine solche Abzugsgelegenheit vorhanden ist, dann vermag der Überfallwind im Mittelgebirge beim Absturz auf der seiner Herkunft abgewendeten Seite dieselbe schädliche abrasierende Wirkung auszuüben wie der durch größere Höhenunterschiede zwischen Bergwand und Talsohle zur Tiefenverlängerung in vertikaler Richtung und damit zu kraftvoller Entwicklung befähigte Hochgebirgsüberfallwind. Da in Deutschland die westlichen und südwestlichen Winde vorherrschen, so wird der Bergwind, nach dem Übersteigen des Gipfels, besonders den oberen Teilen der östlichen und nordöstlichen Hänge gefährlich. Wenn die West- oder Südwesthänge holzleer sind, oder wenn der Sturm durch schmale Schläge zwischen hohem Holz oder durch trichterförmige Schluchten aufwärts geleitet wird, so steigert sich oftmals seine verheerende Wirkung an den Osthängen, weil die dann stattfindende Einpressung der Luft deren lokale Verdichtung bewirkt.

Die Frage, ob der abwärts oder aufwärts wirkende Sturm unter sonst gleichen Umständen die schlimmeren Verheerungen anrichtet, wird von Zötl und Eifert unter Zugrundelegung ihrer verschiedenen Beobachtungsgebiete verschieden beantwortet. Zötl hält im Hochgebirge den abwärts wirkenden Wind für den gefährlicheren, Eifert fand im Mittelgebirge (Schwarzwald) Tausende von Beispielen, die erkennen lassen, daß hier die Wurfkraft des ein Altholz von unten her anfallenden Sturmes die größere ist (a. a. O. 377) und erklärt den Widerspruch zwischen den beiderseitigen Beobachtungen mit dem Hinweis auf die Verschiedenheit der topographischen Verhältnisse.

Ein am steileren Hang stehender Baum ist durch seine talseitig stärker entwickelte, schräg abwärts gerichtete Beastung und durch das Tieferliegen des Schwerpunktes der Krone gegen wagerechten oder schrägen Windanprall von der Talseite her zweifellos besser geschützt als gegen einen von oben wirkenden Sturmstoß. Kommt der Wind aber derart von unten, daß er die Kronen unterfängt und in die Höhe stülpt, so steigert sich seine Wurfkraft ganz erheblich. Da auch das Wurzelsystem der einzelnen Stämme in der Regel

1) A. a. O. 378.



Sturmverheerungen im Harz, Revier Schierke, durch Gewittersturm vom 17. Juni 1904.

worauf
kommend
abwärts
fällen g
anderes
Steilheit
Wechsjo
bis des
hochgeb
hochgeb
ten St
die Gr
halt.
den,
veran
ringe
Rotl
Gna
geba
sam
Win
ma
der
au
Re
ni

bergauf schwächer entwickelt ist als bergab, so fehlen dem Baume die einem von unten kommenden stärkeren Sturmangriff Widerstand leistenden Stützwurzeln. Die Wirkung hangaufwärts stürmender Winde ist aus diesen Gründen an nicht zu steilen Hängen in vielen Fällen größer als die der von oben herabwehenden Stürme. Wenn hier und da, ganz besonders im Hochgebirge, das Gegenteil beobachtet worden ist, so ist das mit der größeren Steilheit und Tiefenausdehnung der Bergwände in Verbindung zu bringen. Die aus der Wuchsform, der Ausladung und Wurzelbildung sich ergebenden und die Widerstandsfähigkeit des Einzelbaumes gegen Bergwinde erhöhenden Faktoren werden am Steilhang des Hochgebirges von den topographischen Verhältnissen überwogen, so daß Bergabwürfe im Hochgebirge häufig intensiver sind als Bergaufwürfe.

Außer den durch die geographische Lage und die Geländeausformung bedingten Standortsverhältnissen übt auch der Boden einen unverkennbaren Einfluß auf die Größe der Sturmbeschädigungen aus.

Flachgründiger, lockerer, schwammiger Boden bietet den Baumwurzeln geringen Halt. Hieraus erklären sich die vielen Windwürfe auf Moor- und Sandböden. Böden, die im Untergrunde stark tonig sind, verwehren den Wurzeln das Eindringen, veranlagen daher gleichfalls zum Windwurf und Bruch. Nach Erfahrungen in Thüringen und im Schwarzwald haben im Gebiete der Buntsandsteinformation und des Rotliegenden weit mehr Windwürfe stattgefunden als im Ur- und Eruptivgebirge (Gneiß, Granit, Basalt, Porphyr). Ungünstiges Verhalten zeigt sich ferner auf ausgebautem Ackerlande[1]), weil hier Lockerheit und geringe mineralische Bodenkraft zusammentreffen. Bodenarten, auf denen sich häufig Wurzelfäule einstellt, steigern die Windgefahr ebenfalls.

Ein hoher Bodenüberzug (aus Heide, Pfrieme, Strauchwuchs usw.) vermag den Sturmschaden etwas zu mindern, weil der Boden durch das Wurzelgeflecht der Forstunkräuter schon an sich fester ist, sich auch weniger leicht erweicht, und weil auch die Sturmwelle am Boden eine Schwächung bei ihrer Fortbewegung durch Reibung erleidet. Ziemlich sturmfest erweisen sich Bestände auf steinigen, dabei aber nicht flachgründigen Böden. Die unter und zwischen den Steinen hinstreichenden Wurzeln finden hier den nötigen Halt und lassen es bei Sturmangriffen nicht zum Wurf kommen.

Endlich ist auch den Witterungsverhältnissen vor und bei dem Eintritte des Sturmes ein Einfluß auf die Größe des Schadens zuzuschreiben.

Die Kalamität nimmt um so größere Dimensionen an, je mehr der Boden durch vorausgegangene anhaltende und starke Regengüsse erweicht ist. Dies war besonders bei dem Eintritte der furchtbaren Stürme in den Jahren 1872 und 1876 der Fall. Das Maß dieser Erweichung hängt vornehmlich mit dem Bindigkeitsgrade zusammen. Frost hingegen stählt die Widerstandskraft des Bodens, zumal wenn eine Schneedecke hinzukommt.

g) Jahreszeit.

Die gefährlichsten Stürme fallen in das Winterhalbjahr zwischen die beiden Tag- und Nachtgleichen; aber auch in anderen Jahreszeiten kommen hin und wieder schlimme Stürme (Gewitterstürme im Sommer!) vor. Die Frühjahrsstürme sind gefährlicher als die Herbststürme, weil sie den Boden meist in einem erweichten Zustand antreffen.

1) Wiese: Forstl. Bl., N. F. 1875, 176. — Im Greifswalder Forste brachen 1872 auf ausgebautem Ackerland 16,7 fm Kiefern auf 1 ha, auf altem Waldboden hingegen nur 5 fm auf 1 ha.

C. Sturmstatistik (Sturmchronik).

Erschöpfende statistische Daten über die durch Stürme in den weiter zurückliegenden Zeitläufen angerichteten Schäden sind leider nicht vorhanden. Was die Vergangenheit an derartigen Angaben der Nachwelt überliefert hat, befriedigt nicht, trotzdem eine ganze Reihe von Beobachtungen Einzelner über besonders starke Stürme und die von ihnen angerichteten Verheerungen vorhanden sind.[1]) Es fehlt diesen zum Teil sehr wertvollen Sturmberichten die Einheitlichkeit der Beobachtung. Außerdem nehmen sie meist nicht hinreichend Bezug auf die allgemeinen Gesetze der Windbewegung; sie sind deshalb leicht geneigt, das rein Zufällige zu stark in den Vordergrund zu rücken, ein Umstand, der ihre Brauchbarkeit bei der Gewinnung sicherer, maßgebender Urteile ungünstig beeinträchtigt.

Mit vollem Rechte wird deshalb der schon von Hundeshagen[2]), Zötl[3]) und Reuß[4]) als wertvoll und erstrebenswert bezeichneten Schaffung einer sorgfältigen, möglichst nach gleichen Gesichtspunkten geleiteten forstlichen Sturmstatistik neuerdings von Eifert, Bargmann und C. Wagner das Wort geredet.

Richtung, Stärke, Zeit und Natur des Sturmes, Art und Maß der Beschädigung, sowie die sonstigen, die Schadenhöhe beeinflussenden räumlichen und zeitlichen Momente haben Gegenstände der Beobachtung und der Darstellung auf besonderen, in größerem Maßstab gehaltenen und wenn möglich mit Höhenkurven versehenen Karten (Sturmkarten) zu bilden.

Für die kartographische Darstellung der obengenannten Charakterzüge des einzelnen Sturmes empfiehlt sich die Verwendung der von Eifert und Wagner in Vorschlag gebrachten Zeichen und Unterscheidungsmerkmale.

Pfeilstriche mit, wie Wagner vorschlägt, je nach der Sturmstärke ein- bis dreizähliger Spitze (Abb. 93 *a*) kennzeichnen die Sturm- bzw. Wurfrichtung. Der jeweilige Holzanfall wird nach der Derbholzmasse oder besser nach der Stückzahl der geworfenen und gebrochenen Stämme durch Fiederung der Richtungspfeile angegeben, so zwar, daß jedem Fiederstrich eine bestimmte Stammzahl oder Masse entspricht. Bei Eifert bedeutet der einzelne Fiederstrich 50 fm, je ein Fiederpaar also 100 fm, während Wagner im Sinne des Dezimalsystems kleine Fiederstriche zur Bezeichnung der Zehner und große zur Darstellung der Hunderter der Stamm- oder Festmeterzahl vorschlägt (Abb. 93 *c*). Bei sehr großen Sturmverheerungen lassen sich dann für die weiteren Potenzen von 10 noch entsprechend längere Fiederstriche zur Bezeichnung verwenden.

Nicht minder zweckmäßig scheint uns die fernerhin von Wagner empfohlene Darstellungsweise der Art des Wurfes oder Bruches, des Einzel- oder Flächenwurfs, nämlich kurze, über die betroffene Fläche verteilte Pfeilstriche für Einzelwurf und lange am Schädigungsort verlaufende Pfeilstriche für Flächen- bzw. Massenwurf (Abb. 93 *b* u. *c*). Um Art und Ursprung des Sturmes zu erklären, benutzt Eifert den einfachen geraden oder nur schwach gebogenen Pfeilstrich (Abb. 93 *d* u. *e*), wenn es sich um gewöhnliche Stürme handelt und verwendet den Blitzpfeil und den spiralig gedrehten Pfeil, wenn Gewitterböen bzw. Wirbelstürme (Tromben) in Betracht kommen (Abb. 93 *f* u. *g*). Durch Verwendung verschiedener Farben bei der Bezeichnung einzelner durch Stärke, Ausdehnung und Schädlichkeit hervortretender Stürme läßt sich die Übersichtlichkeit der beschriebenen Aufzeichnungen er-

---

1) Besonders beachtenswert ist die seit Mitte der 1870er Jahre bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts veröffentlichte Statistik über die durch Sturm, Schnee, Duft und Eis in den preußischen Staatsforsten hervorgerufenen Waldbeschädigungen; vgl. Ztschr. f. F. u. Jw. Jahrgge. 1878, 1879, 1881, 1882, 1884, 1887—93, 1896, 1898, 1899, 1902—05. — 2) Enzyklopädie der Forstwissenschaft. 3. Aufl. 1. Bd., 202. — 3) a. a. O. 130. — 4) Zbl. f. d. ges. Fw. 1881, 445.

höhen und durch Anschreiben von Datum und sonstigen notwendigen Vermerken an einen oder mehrere geeignete Pfeilstriche alles Wesentliche aktenkundig machen.

Der praktische Wert einer solchen Sturmstatistik liegt nicht in der sofortigen Aufzeichnung des einzelnen Sturmes nach Herkunft, örtlichem Verlauf, Datum usw., obgleich diese Arbeit die unerläßliche Vorbedingung für die Verwertung ist, sondern in der Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen und in den Schlußfolgerungen,

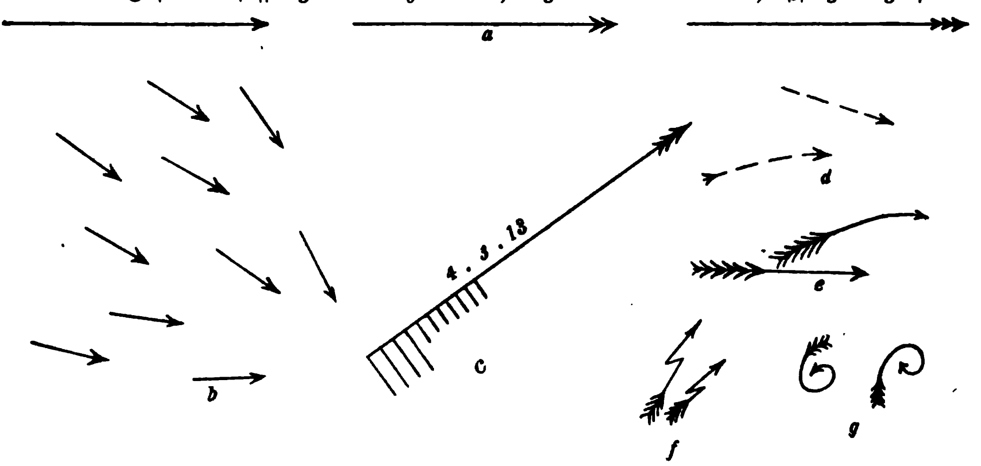


Abb. 93. Zeichen für kartographische Sturmstatistik.
a Sturmpfeile für verschieden starke Stürme (nach Wagner). — *b* und *d* Zeichen für Einzel-, *c* und *e* für Massenwurf bzw. -bruch (*b* und *c* nach Wagner, *d* und *e* nach Eifert). *c* zeigt 470 fm, *e* 600 fm Massenwurf an. — *f* Zeichen für Gewitter-, *g* für Wirbelsturm (nach Eifert).

die sich aus den Vorkommnissen längerer Zeiträume über Verlauf und Ablenkung der Stürme am jeweiligen Waldort ziehen lassen. Das wesentliche Ziel aller Sturmstatistik ist das Kennenlernen derjenigen Himmelsrichtung, aus welcher die häufigsten und gefährlichsten Stürme zu kommen bzw. in welcher sie im einzelnen Geländeabschnitte zu wirken pflegen. Es ist zweifellos, daß nur auf dem Wege einer sorgfältigen örtlichen Statistik dieses für den räumlichen Aufbau des Waldes hochwichtige Ziel erreicht werden kann. Der Appell Wagners (a. a. O. 192), keine Zeit zu verlieren, sondern so bald als möglich mit der mehrgenannten Statistik zu beginnen, verdient volle Unterstützung.

Die geforderte Statistik wird es zwar ebensowenig wie die im Nachfolgenden näher zu besprechenden Vorbeugungsmaßregeln fertig bringen, Sturmschäden von unseren Wäldern überhaupt fernzuhalten, die von ihr aus den Einzelbeobachtungen abgeleiteten Erfahrungssätze aber werden, wie Reuß schon vor langer Zeit richtig hervorhob, ein nicht zu entbehrender Hinweis darauf sein, welche Wege beschritten werden müssen, um den Schaden auf das mögliche Mindestmaß zu beschränken.

Daß der zur Durchführung der Sturmstatistik notwendige Zeit- und Arbeitsaufwand kein zu hoher Einsatz für die zu lösende Aufgabe ist, zeigt ein Blick in die nachstehende tabellarische Zusammenstellung der bedeutungsvolleren Sturmverheerungen der letzten hundert Jahre.

Die nach den literarischen Quellen, insbesondere nach der Tabelle Bargmanns ergänzte Zusammenstellung macht auf Vollständigkeit keinerlei Anspruch. Das ihr vorgesteckte Ziel ist nicht auf chronistische Darstellung aller in der Literatur erwähn-

ten Sturmverheerungen gerichtet. Sie soll vielmehr, unter Zugrundelegung derjenigen Sturmkalamitäten, die ihrer Intensität halber nach Ausbreitung, Verlauf und Wirkung näher beobachtet worden sind, nur einen ungefähren Überblick über die wirtschaftliche Bedeutung der Sturmschäden bieten.

Daß dieser Überblick nicht mehr als ein nur entfernt richtiges Bild von den durch Stürme herbeigeführten ungewollten Holzmassenanfällen zu gewähren vermag, geht sowohl aus der großen Unvollständigkeit der einer genaueren Beschreibung unterzogenen Einzelfälle wie aus der Vernachlässigung der alljährlich eintretenden kleineren Sturmschäden, namentlich aber auch daraus hervor, daß sich die Schadenangaben vorwiegend auf lokal begrenzte Gebiete, insbesondere auf größere in einer Hand befindliche Waldungen (Staatswaldungen) beziehen. Große Stürme machen aber bekanntlich an den Grenzen des einzelnen Besitzes nicht Halt, sondern richten in den Waldungen ganzer Länder oder Landesteile mehr oder weniger gleich intensive Schäden an. Verläßliche Nachrichten über die in den Privat- und Körperschaftswaldungen herbeigeführten Sturmanfälle sind aber zumeist nicht vorhanden oder wenigstens nicht in der Weise, wie über die Beschädigungen der großen zusammenhängenden Waldmassen. Genauere, der Wirklichkeit nahekommende Vorstellungen über die Wirkung der Stürme im Walde lassen sich aus diesem Grunde kaum gewinnen. Selbst die aus den Staatswaldungen und anderen geschlossenen Verwaltungskörpern stammenden Schadenangaben entsprechen oftmals nicht dem tatsächlichen Befund, da sie vielfach nur auf Schätzungen beruhen. Die Veranschlagung des Holzmassenanfalles nach Sturm- und Schneekalamitäten bleibt aber in der Regel weit hinter der Wirklichkeit zurück.

Verhältnismäßig sichere Unterlagen findet die Statistik bei der Zusammenstellung der durch Gewitter- und Wirbelstürme erzeugten Schäden. In der meist vorhandenen Wuchtigkeit des durch solche Stürme hervorgerufenen Schadenbildes liegt ein gewisser Anreiz, nähere Erhebungen über Zahlenwerte des angerichteten Schadens anzustellen, und dann ist das Schadengebiet auch gewöhnlich lokal derart begrenzt, daß annähernd zuverlässige Aufnahmen leichter durchführbar sind.

Zusammenstellung der größeren Sturmschäden in Deutschland (und einigen Nachbarländern) seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw. Stammzahl)	Literatur
1792 1793	10/11, 19. XII. 26. II. 3. III.	SW	Neumark (Letzlinger Forst) bis Altmark	973000 (Stämme)	Hennert: Üb. d. Raupenfraß u. Windbruch in den preuß. Forsten 1791/94 Lpzg. 1798, 164.
1800	3. XI.	W	Harz	—	
1800	9. XI.	W	Erzgebirge	—	
1801	29. u. 30. I.	W	Ostpreußen, Erzgebirge	—	
1821	Nov. u. Dez.	NNW u. S	—	—	
1825	Januar	?	Erzgebirge	245000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1834, 323.
1828	März	?	desgl.		

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw. Stammzahl	Literatur
1829	3. u. 4. XII.	E	desgl.	—	das. 1830, 132.
1833 1834	18. XII. 4. I.	SW NW	Kreis Torgau Oberharz Tharandter Wald Standesherrsch. Muskau Sächs. böhm. Erzgebirge	501000 200000 (Stämme) 40000 (Stämme) 100000 245000	das. 1834, 322.
1836	29. XI.	W	Harz		das. 1838, 229, 233, 237.
1836	24.—26. XII.	E	desgl.	216000	
1839	30. u. 31. X.	E	Harz. bayr. Wald	60—70000 (Stämme) i. Hannov. Harz	das. 1840, 67.
1842	3. V.	SE	Oberes Erzgebirge	—	das. 1842, 336.
1846	?	N	Harz. Ostseegebiet	—	
1853	9., 14., 15. XII.	SE	Kgr. Sachsen	250000	
1854	?	E	desgl. Obförsterei Hirschberg	—	
1862	20. XII.	N bzw. SW bis NE	—	—	
1863	20. I.	W bis SW	Ostseegebiet	—	
1866	16. XI.	?	—	—	
1867	6. III.; 8. IV.	E u. NE	Sigmaringen	—	
1868	Febr.; 2. u. 8./9. III.	SW u. NW	Reg.-Bez. Stettin, Cöslin, Potsdam, Stargard; Mecklenburg	87800	
1868	7., 11., 29. XII.	SW und SSW; stellenweise auch NW	Mitteldeutschland	7153000	Burckhardt: A. d. Walde. II. 1869, 74. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1869, 520; 1871, 326, 418. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1870, 149. — Thar. Jhrb. 1869, 228; 1870, 275; 1873, 150. — Forstl. Mittlgn., hrsg. v. bayr. Ministerialforstb. IV. 3 Hft., 65. — Vhdlgn. d. 20. Vers. südd. Forstw. 1869, 47. — Vhdlgn. d. Harz. Forstv. 1869, 18. — Forstl. Bl. 1872, 1.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw. Stammzahl)	Literatur
1868	7., 11., 29. XII.	SW und SSW	Böhmen, Österr.-Schlesien, Mähren	6 367 000	Vereinsschr. f. F., J. u. Naturkde. 1870. 2. Hft., 60. — Vhdlgn. d. Forstw. f. M. u. Schl. 1869. 3. Hft., 71.
1869	17. XII.	SW bis NW	Prov. Hannover, Harz	595 000	Ztschr. f. F. u. Jw. 1871, 423.
1870	26./27. X.	SW bis WSW	Süddeutschland	11 154 000	Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1871, 90, 321, 334; 1874, 529. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1871, 421.
1872	12./13. XI.	W (Anfang) bis ENE u. S (Ende)	Ostseegebiet	92 500	Forstl. Bl. 1873, 178; 1875, 176. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1875, 372.
1875	8.—13. XI.	W bzw. SW	Erzgebirge, Thüringen, Schlesien, Böhmen, Oberösterreich	—	Allg. F. u. J.-Ztg. 1876, 244. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1876, 56.
1876	12./13. III.	WSW	Hessen, Kgr. Sachsen, Prov. Sachsen, Schlesien i. d. hessischen Domanialwaldungen i. d. sächs. Staatswaldungen	4 400 000 davon 847 300 = 6,01 fm auf 1 ha 281 240 = 1,70 fm auf 1 ha	Allg. F. u. J.-Ztg. 1876, 174, 285; 1877, 22, 365. — Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1877, 28. — Forstl. Bl. 1876, 190, 384. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1878, 187. — Thar. Jhrb. 1880, 161.
1877	30./31. I., 10./12. II.	WSW bis NW	Prov. Hannover, Posen, Schlesien (Bez. Liegnitz)	63 000	
1879	20./21. II.	SW bis W	Schweiz. Frankreich	—	Coaz: D. Stürme v. 20. II. usw. Bern 1880.
1879	25. VI.		Schweiz. Kantone Zürich und Bern	116 000	desgl.
1879	20. XI.	NE	Oberharz	39 360	Ztschr. f. F. u. Jw. 1880, 506; 1881, 178. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 76.
1879	5. XII.	SSE	Sächs. Erzgebirge (Olbernhauer Revier)	3 000	
1880	21. X.	E u. NNW	Norddeutschland. Ostseegebiet	20 400	Ztschr. f. F. u. Jw. 1881, 223. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1881, 252.
1881	6./7. I.; 14./15. X.	E	Mitteldeutschland (Preußen)	153 000	Ztschr. f. F. u. Jw. 1882, 596.
1883	17.—19. X.	SW bis W	Ostseegebiet. Reg.-Bez. Stettin, Cöslin, Stralsund	14 000	das. 1884, 212.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw. Stammzahl)	Literatur
1884	20.—28. I.	SW bis NW	Ostpreußen. Hannover	19–23 000	das. 1885, 12.
1885	15. X.	E?	Oberbayern	203 000	Forstw. Zbl. 1886, 596.
1888	24.—26. XI.	SW	Ostdeutsches Küstengebiet, vorwiegend Ostpreußen	250 000	Ztschr. f. F. u. Jw. 1890, 464.
1890	23./24. I.	SW bis NW	Württemberg. Hessen-Nassau. Mähren	in Mähren 110 000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1890, 148, 149. — Forstl. Bl. 1890, 123. — Vhdlgn. d. Forstw. f. M. u. Schl. 1890. 2. Hft., 43.
1892	29./30. III.	NE. E	Elsaß-Lothringen (Vogesen)	445 700	Ztschr. f. F. u. Jw. 1892, 642. — Forstw. Zbl. 1893, 409.
1894	10./12. II.	SW bis NW, meist WSW	Mittel- und Norddeutschland in Preußen allein in Mecklenburg	9 909 000 davon 8 827 000 150 000	Ztschr. f. F. u. Jw. 1894, 142; 1897, 529. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1894, 307; 1895, 152.
1895	5.—7. XII. 12./13. XII.	NE bzw. SW	Süddeutschland (namentlich württembg. Schwarzwald, Oberbayern, Baden), Schweiz, ferner Schleswig-Holstein, Harz	in Oberbayern 400 000 in Baden 257 000	Forstw. Zbl. 1896, 223. — Allg. F. u. J.-Ztg 1896, 194; 1897, 303. — Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1896, 22, 64. — Prakt. Fw. f. d. Schw. 1897, 39.
1896	15. X.	SE	Sächs. Erzgebirge (Olbernhauer Revier)	3 600	Allg. F. u. J.-Ztg. 1902, 8.
1897	5.—7. X.	NE	nordöstliches Mähren (Sudeten)	230 000	Zbl. f. d. ges. Fw. 1898, 208. — Vhdlgn. d. Forstw. f. M. u. Schl. 1898, 1.
1898	26. III.	SE	Sächs. Erzgebirge (Olbernhauer Revier)	10 000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1902, 8.
1899	12.—14. I.	SW bis WSW	Süd- und Westdeutschland (Vogesen). Schweiz.		Schw. Ztschr. f. Fw. 1899, 63.
1900	21./22. III.	ESE	Schweiz.		das. 1900, 126.
1900	21. XI.	SE	Sächs. Erzgebirge (Olbernhauer Revier)	21 000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1902, 8.
1901	25.—28. I.	W bis NW	Süd- u. Westdeutschland i. d. württemberg. Staatsforsten i. Baden	150 000 251 700	das. 1901, 146, 300.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw. Stammzahl	Literatur
1902	16./17. I.	SE	ganz Österreich, bes. Kärnthen in Kärnthen	1036000 davon 460000	Österr. F. u. J.-Ztg. 1902, 87.
1902	31. I. u. 1. II.	NE	Schwarzwald. Elsässische und franz. Vogesen i. d. franz. Vogesen i. d. Reichslanden i. d. württ. Staatsforsten i. südwestl. Bayern	1972000 davon 1072000 600000 220000 100000	Forstw. Zbl. 1902, 326, 380; 1903, 39. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1902, 622. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1903, 128. — Prakt. Fw. f. d. Schw. 1902, 79, 95.
1902	25./26. XII.	W	Ost- u. Westpreußen	189500	Ztschr. f. F. u. Jw. 1903, 381.
1903	18.—20., 23. IV.	W u. SW	Prov. Brandenburg, Pommern, Posen, Schlesien i. d. preuß. Staatsforsten i. d. schlesischen Privatforsten	500000 4000000	das. 1903, 635.
1904	21./22. XI.	NW	Harz u. Solling	48000	das. 1905, 452.
1904 1905	30./31. XII. 6./7. I.	NW, teilweise auch NE	Prov. Schleswig-Holstein, Pommern, Hannover, Sachsen, Brandenburg, Schlesien, Ost- u. Westpreußen. Harz.	240000	das.

Gewitterböen und Wirbelstürme.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden	Literatur
1821	—	—	Distrikt Neumark b. Gießen	—	Heyer, Gust.: Lehrb. d. forstl. Bodenkde usw. Erlangen 1856, 416.
1829	27. VII.	SW nach NE bzw. S nach N	südwestlicher Harz	4500–5000 (Stämme)	Allg. F. u. J.-Ztg. 1829, 435.
1852	18. VI.	S nach N	Thüringen i. d. Schwarzburg-Rudolstädter Revieren Katzhütte und Scheibe	7000	das. 1853, 302.
1855	25. VIII.	SW nach NE	kurhessischer Kreis Ziegenhain	—	Allg. F. u. J.-Ztg. 1855, 479.
1871	25. VII.	—	i. d. Rabenau bei Gießen	—	
1875	8. VII.	NW nach E, dann nach SW	bei Ellwangen (Forstdistrikt Nonnenholz bei Pfahlheim	2500	Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1875, 422. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1876, 144.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw. Stammholz)	Literatur
1876	29. VII.	?	Schlesien. Oberförsterei Stoberau	47 000	
1877	1. VIII.	—	Bez. Potsdam (Grimnitzer Heide)	100 000	
1891	24. V.	SSW nach NNE	Rev. Jablonken (Bez. Königsberg)	20 500	Forstl. Bl. 1891, 191. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1891, 634.
1894	14. VII.	SW nach NE	Ebersberger Park bei München	110 000	Münd. forstl. H. VI. 1894, 159. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1894, 328. — Forstw. Zbl. 1894, 502. — Forstl.-naturw. Ztschr. 1898, 429.
1895	1. VII.	S bis SW	württ. Schwarzwald (Nagoldtal)	15 000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1895, 412.
1895	28./29. VII.	SW	Nordwestharz	70 000	
			Kreis Saarlouis	34 000	Münd. forstl. H. X. 1896, 123.
1897	30. VI.	W nach E mit allen möglichen Abweichungen	Reichsland, Baden, Württemberg, Bayern i. d. Obf. Buchsweiler und Lützelstein E. i. Els.	123 000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1898, 14.
1897	1. VII.	SW	Schweiz. Graubünden	36 600	Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1897, 374.
1894	28. VIII.	NW nach SE	Niederösterreich, südliches Mähren	8 500	Vhdlgn. d. Forstw. f. M. u. Schl. 1894, 529.
1903	23. VIII.	SW nach NE	Hessen. Südwestabhang des Vogelberges Isenburgische Waldungen	2 500	Allg. F. u. J.-Ztg. 1904, 149.
1904	17. VI.	W nach E	Bez. Hildesheim	57 000	Ztschr. f. F. u. Jw. 1904, 743; 1905, 178.
			Harz. Stollbergsche Forsten	30 000	
1904	8. VIII.	?	Oberschlesien	12 000	das. 1905, 452.
1904	15. VIII.	NW nach SE	Ostpreußen (Bez. Königsberg)	19 000	das. 1905, 452.
1905	4. VII.	NW u. W	Elsaß. Rev. Buchsweiler	16 000	Allg. F. u. J.-Ztg. 1905, 420.
1905	—	S nach N	Pfalz (Bienwald)	70 000	das. 1905, 398. — Forstw. Zbl. 1905, 498.
1907	5. VII.	WSW nach ENE	südlich Aschaffenburg Gemeindewald Groß-Ostheim	10 000	Forstw. Zbl. 1908, 24.
1909	5. X.	SW nach NE	Hessen. Rev. Schaafheim	—	Allg. F. u. J.-Ztg. 1910, 41.

Jahr	Datum	Sturmrichtung aus	Hauptsächliches Schadengebiet	Schaden in Festmetern Derbholz (bzw Stammzahl	Literatur
1911	23. VIII.	W nach E	Bayern (Chiemsee bis Attersee)	—	das. 1912, 145.
1912	12./13. V.	—	bei Torgau. Rev. Puschwitz	12000	D. Forst.-Ztg. 1912, 513.
1913	1. VI.	—	Gemeinde Plochingen (Württemberg)	8—9000	Silva 1913, 186.
1913	4. VI.	W bzw. SW	bei Mühlen in Württemberg	20000	desgl. 1913, 234.

Legt man allein die in dieser Zusammenstellung enthaltenen Zahlen zugrunde, so ergibt sich für Deutschland für die Zeit von 1800—1912 ein Gesamtsturmschaden von rund 45 Millionen fm, d. h. von durchschnittlich jährlich 400000 fm. Selbstverständlich ist der Schaden infolge der Nichtberücksichtigung aller kleineren Massenanfälle weit größer und mit durchschnittlich jährlich einer halben Million fm wohl keineswegs zu hoch bemessen.

Für Österreich (ohne Ungarn) gibt Wachtl[1]) den durch Stürme, Schnee und Eis angerichteten Schaden für die Zeit 1851/97 auf 13,6 Millionen fm an und schätzt den Jahresdurchschnitt der Sturmschäden gleichfalls auf mindestens 500000 fm ein.

Hinsichtlich der Jahreszeit ergibt die Statistik die bereits oben (S. 313) erwähnte Tatsache, daß die Hauptstürme in das Winterhalbjahr, vornehmlich in die Monate Oktober bis mit Januar fallen. Die Schadenziffern der Winterstürme umschließen aber naturgemäß vielfach nicht nur Sturm-, sondern zum nicht geringen Teil auch Schneeschäden.

2. Vorbeugungsmaßregeln.

Die zur Fernhaltung und Verminderung der Sturmschäden dienenden Sicherungsmaßregeln sind teils waldbaulicher Natur, teils liegen sie auf dem Gebiete der Forsteinrichtung.

I. Maßregeln des Waldbaues.

1. Wahl widerstandsfähiger Holz- und Betriebsarten in sturmgefährdeten Lagen.

Neben den Standortsverhältnissen sind zwar zunächst und zumeist die ökonomischen Leistungen der einzelnen Holz- und Betriebsart der entscheidende Faktor in der Anbau- und Bewirtschaftungsfrage, immerhin verdienen die in der Erfahrung begründeten Unterschiede, die in bezug auf Sturmfestigkeit unter sonst gleichen Verhältnissen zwischen den einzelnen Holz- und Betriebsarten bestehen, um so mehr Beachtung, je mehr es sich um ausgesprochene Sturmlagen handelt.

Von besonderer Wichtigkeit ist hier, soweit die Holzart in Frage kommt, die Vermeidung des Reinanbaues flachwurzelnder Holzarten und die Bevorzugung der

1) Geschichte d. österr. Land- u. Forstwirtschaft 1848/98. Suppl.-Bd. Wien 1891, 372.

Mischung solcher mit tiefwurzelnden. Wenn sich auch durch Einmischung von Kiefer, Tanne oder Buche in die Fichtenbestände eine absolute Sturmfestigkeit der letzteren keineswegs herbeiführen läßt, so gewährt doch namentlich die Mischung mit unter- und zwischenständig wachsenden Buchen neben den waldbaulichen Vorzügen die Möglichkeit einer weitständigeren, der Standfestigkeit förderlichen Erziehung der Fichte. In mindestens gleichem Maße empfehlenswert ist die Durchmischung der Buchen mit Eichen, Eschen, Bergahorn, Lärchen, Kiefern oder Tannen; sie kommt der geringeren Windständigkeit der Buchenbestände ebenso zu Hilfe wie dem berechtigten Streben nach Erhöhung der Rentabilität der Buchenwirtschaft.

Als zweckmäßigste Mischungsform muß im Hinblick auf die unmittelbar festigende Wirkung der Mischung wie auch mit Rücksicht auf die bessere Ausheilung eintretender Sturmschäden die stamm- und truppweise Mischung bezeichnet werden. Streifen- und horstweise Verteilung vermag nach beiden Richtungen hin nicht das Gleiche zu leisten. Immerhin ist auch eine derartige Gruppierung nicht wertlos und Fichtenbestände, wie sie Wiehl[1]) im Auge hat, sind zweifellos sturmsicherer als reine Fichtenorte. Wiehl will die Fichtenbestände bei künstlicher Begründung mit förmlichen Sturmlinien aus sturmfesten Holzarten durchsetzen. Er empfiehlt, alle 100—200 m etwa 5—6 Reihen mit sturmfesten Holzarten (Eiche, Bergahorn, Kiefer, Weymouthskiefer, Zürbelkiefer — je nach Boden und Lage) senkrecht zur Sturmrichtung, also in ebenen Lagen in der Regel von Nord nach Süd, sonst stets parallel zu den Nebenschneisen, zu pflanzen.

Unter den Betriebsarten sind in den verhältnismäßig wenigen Lagen, wo die Rücksichtnahme auf die Sturmsicherheit als ausschlaggebender Faktor in Betracht kommt und wo die ökonomischen Gesichtspunkte erst an zweiter Stelle erwogen werden können, wie schon oben (S. 309) gesagt, die zu Ungleichaltrigkeit der Bestockung führenden zu bevorzugen. Neben dem Plenterwalde als dem zweifellos sturmfestesten Waldaufbau kommen hier die verschiedenen durch horst- und gruppenweise Mischung der Altersklassen gekennzeichneten Plenterschlagformen in Frage und zwar nicht allein der Ungleichaltrigkeit der Bestandsindividuen wegen, sondern auch deshalb, weil sie der sturmsichernden Holzartenmischung, also der inneren Festigung des Bestandes, mehr Vorschub leisten als die Betriebsformen mit gleichwüchsiger Bestockung.

Wo hingegen, wie es in den meisten Waldkörpern der Fall ist, die Sturmgefahr zurücktritt und wirtschaftliche Gründe für den Aufbau gleichaltriger Bestände sprechen, sind Kahl- und Saumschlagbetrieb die dem Sturmschaden am besten vorbeugenden Betriebsarten, vorausgesetzt, daß bei beiden die später unter Hiebsrichtung (S. 338 f.) näher zu besprechenden Forderungen volle Beachtung finden.

Die Frage, ob bei der Saumschlagwirtschaft mit schmalen Kahlschlägen und nachfolgender Kunstverjüngung oder nach Art des Wagnerschen Blendersaumschlages mit Naturverjüngung vorgegangen werden soll, ist, allein vom Standpunkte des Sturmschutzes beurteilt, zugunsten des Kahlschlages zu beantworten. Zweifellos bedeutet die Lockerung des Bestandsrandes zum Zwecke der Naturverjüngung eine größere Gefahr für den Schlagrand als die durch den Kahlschlag geschaffene scharfe geradlinige Abgrenzung des geschlossenen Bestandes. Die bei der Naturverjüngung auf dem Randstreifen stehenbleibenden Mutterbäume sind, da sie von dem hinter ihnen liegenden geschlossenen Bestande nicht gestützt werden, sturmgefährdeter als die Randbäume der unversehrten Schlagwand, gleichgültig, ob der von

1) Forstw. Zbl. 1899, 398.

rückwärts kommende Sturm mehr oder weniger senkrecht zur Schlagfront wirkt. Es ist deshalb richtig, wenn Wagner neben der Beachtung der sturmsichersten Verjüngungsrichtung beim Vorhandensein der seinem Verfahren besonders günstigen Mischbestände ein möglichst andauerndes Überhalten der sturmfesteren Lichtholzarten am Bestandesrande fordert, um auf diese Weise am äußersten Rande des Verjüngungsstreifens einen Schutzwall gegen Sturmanprall zu schaffen. Wo, wie im reinen Fichtenbestande, diese Forderung nicht erfüllbar ist, bedeutet die Auflockerung des Bestandsrandes eine Schwächung desselben. Sturmschützend wirkt andererseits beim Blendersaumschlagverfahren die von ihm angestrebte schmalstreifenförmige Anordnung der Altersklassen. Wo sie erreicht wird, schwinden mit der dann hergestellten starken Kronenabdachung alle der Gleichaltrigkeit anhaftenden Mängel; das stetig und schnell ansteigende Kronendach der einzelnen Schlagreihen führt den darüber hinwegbrausenden Luftstrom nach oben und vermindert so den Winddruck.

2. Anzucht und Erhaltung sturmfester Waldmäntel (Träufe) an allen dem Sturmangriff dauernd oder nur vorübergehend ausgesetzten Bestandsrändern.

Je weniger Holz- und Betriebsart geeignet sind, den einzelnen Bestand in seinem Innern sturmfest zu machen, um so wichtiger ist es, an den zunächst vom Sturme getroffenen Bestandesgrenzen eine oder besser mehrere Reihen von standfesten Bäumen zu schaffen.

Neben seiner Schutzrolle gegen Gefahren aller Art (Verhinderung der Austrocknung des Bestandesrandes durch Besonnung an Süd-, West- und Osträndern, sowie durch Bodenwind, Schutz gegen Laubverwehung, Rindenbrand usw.) soll der Waldmantel als sturmsicheres Bollwerk das Bestandesinnere nach außen abschließen, damit die im Schluß erwachsenen und aus diesem Grunde weniger standfesten Stämme nicht von der Seite her dem vollen wagerechten Sturmdrucke ausgesetzt sind. Je besser der Waldmantel entwickelt ist, um so selbständiger ist der betreffende Bestand und so unabhängiger ist der Wirtschafter bei der Durchführung der in der Nachbarschaft des Bestandes notwendigen Verjüngungs- und Pflegemaßregeln. Ein guter Traufschutz ist zwar nicht gleichbedeutend mit absoluter Sturmsicherung des ganzen Bestandesinneren, er isoliert aber den einzelnen Bestand und gewährt dem Wirtschafter die im schlagweisen Hochwaldbetriebe sehr erwünschte Freiheit des Handelns.

Die Schaffung sturmfester Bestandesränder ist für Bestände aller Art nicht nur das natürlichste, sondern auch das wertvollste Sturmschutzmittel, und in der sorgfältigsten Traufpflege von der Bestandesbegründung an erblickt Eifert (Allg. F. u. J.-Ztg. 1903, 425) mit vollem Recht einen wesentlichen und geradezu ausschlaggebenden Faktor des Sturmschutzes.

Der von Frey mehrfach[1]) geäußerten gegenteiligen Anschauung vermögen wir nicht beizustimmen. Von der gewiß zutreffenden Alltagserfahrung ausgehend, daß die Stürme keine bestimmte Richtung einhalten, hält Frey die Anzucht hochstämmiger Fichtenträufe an den nach Südwesten gerichteten Wald- und Wegrändern nicht nur für entbehrlich, sondern im Hinblick auf die damit verbundenen finanziellen Opfer sogar für unwirtschaftlich und schädlich. Wie er selbst ausspricht, befindet sich Frey mit der Beweisführung, daß ein Schutz gegen Sturmgefahr durch Waldmäntel nicht gewährt werden kann, aber sehr im Widerspruch mit den Anschauungen und Erfahrungen weiter Kreise.

Der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend sollen die bei der Bildung und Erhaltung von Waldmänteln bedeutungsvollen Fragen eingehender erörtert werden und zwar:

---

1) Forstw. Zbl. 1906, 359; Allg. F. u. J.-Ztg. 1909, 305; Ztschr. f. F. u. Jw. 1914, 572.

A. die an den Waldmantel zu stellenden Anforderungen,
B. die Tauglichkeit der verschiedenen Holzarten zur Waldmantelbildung,
C. die Begründung und Behandlung des Waldmantels.

A. Die Erfordernisse des Waldmantels.

Die ersten Erfordernisse eines gegen Sturmschäden sichernden Waldmantels sind Dichtheit und Standfestigkeit.

Dichtheit ist nicht gleichbedeutend mit engem Stande der Rand- bzw. Randstreifenbäume, sondern wird durch Vollkronigkeit derselben, durch tiefherabreichende Beastung mit gut belichteten und deshalb dicht belaubten Ästen herbeigeführt. Die Äste der Randbäume sollen den Bestand an seiner Außenseite mantelartig umhüllen; sie müssen sich zu einer Schutzwand zusammenschließen, die um so dichter wird, je mehr der Sturm beim Anprall die Beastung bestandseinwärts drückt und biegt. Die Laubhölzer vermögen eine derartige sturmauffangende Schutzwand naturgemäß nur während der Vegetationszeit zu bilden, im Winter können sie die Gewalt des anbringenden Sturmes nur schwächen und brechen, nicht aber sind sie imstande, das Eindringen des Sturmwindes in den Bestand gänzlich zu verhindern.

Die zweite, nicht minder notwendige Eigenschaft des Waldmantels, die Standfestigkeit der ihn bildenden Bäume, hängt zum Teil von der Holzart, namentlich aber vom Aufbau der Traufbäume ab. Die Widerstandsfähigkeit des Baumkörpers liegt in der Ausbildung kräftiger Wurzeln, abholziger, mit starkem Wurzelanlauf beginnender Schäfte und guter bis zum Boden reichender Beastung begründet und ist, vom Einfluß des Bodens und der Holzart abgesehen, wie schon oben (S. 308) erwähnt, im wesentlichen ein Ergebnis des Wachsraumes.

Am freien Bestandsrande haben die Bäume nur nach der Außenseite hin die Möglichkeit, die vorstehend genannte Sturmrüstung anzulegen. Nach innen erwachsen sie unter den Bedingungen des Schlußstandes, es sei denn, daß durch Wahl eines weiten Verbandes oder durch frühzeitig eingreifende kräftige Bestandspflege auf dem Randstreifen Vorsorge dafür getroffen wird, daß dem einzelnen Bauminbividuum der zur besseren Verankerung und Kronenausbildung nötige Luft- und Bodenraum dauernd allseitig zur Verfügung steht. Wo das nicht der Fall ist, vermag sich der Randbaum nur an der Außenseite zu bewehren, nach innen zu hemmt der geschlossene Bestand die Ast- und Wurzelbildung. Dafür bietet dieser dem nach außen gerüsteten Randbaum aber Anlehnung und Rückendeckung.

Weitere den Wert des Waldmantels bestimmende Eigenschaften sind Zähigkeit und Unempfindlichkeit.

Je älter der Bestand wird, um so wichtiger wird für ihn, daß seine Randbäume durchhalten. Um dies zu können, müssen sie, wie weiter unten näher besprochen werden soll, frühzeitig freigestellt werden. Nur solche Bäume, die von Jugend auf dem Sturmanprall ausgesetzt waren, deren Widerstandskraft gewissermaßen trainiert worden ist, bewähren sich durch das ganze Bestandsleben hindurch. Der fortgesetzte Kampf mit dem Sturme veranlaßt sie zur Entwicklung aller ihnen zu Gebote stehenden natürlichen Abwehrmittel, er stählt sie und läßt sie, wie Bargmann (a. a. O. 15) sich ausdrückt, zur kampfeszähen alten Garde heranwachsen, und zwar oft auch dann, wenn sie der sturmgefährdetsten Holzart angehören.

In dem Maße der einzelne Bestandsrand der bewegten Luft ständig ausgesetzt ist, läuft der Waldmantel Gefahr, die oben geforderte Dichtheit durch fortgesetztes Peitschen und durch Abschlagen von Zweigen und Blattorganen zu verlieren. Es ist deshalb erwünscht, daß die Randbäume über eine gewisse Unempfindlichkeit gegen äußere Beschädigungen, sowie über ein möglichst großes Ausheilungsvermögen verfügen, um verloren gegangene Teile der Bekronung durch Austreiben ruhender Knospen wieder ersetzen zu können.

B. Die Tauglichkeit der Holzarten zur Waldmantelbildung.

Aus dem vorstehend unter A. und dem schon früher unter „Holzart" (S. 306) Gesagten geht hervor, daß sich die verschiedenen Waldbäume unter sonst gleichen Verhältnissen keineswegs in gleichem Maße zur Waldmantelbildung eignen. Standfestigkeit und Ausheilungsvermögen des Waldmantels werden am besten verbürgt, wenn dieser von Laubhölzern gebildet wird, während einem aus Nadelholz bestehenden der Vorzug der ausdauernden Belaubung, d. h. der Sicherung der ununterbrochenen Dichtheit zukommt. Im übrigen gehen sowohl bei Laub- wie Nadelhölzern die beiden wichtigsten Waldmanteleigenschaften Standfestigkeit und Dichtheit mit dem Vorhandensein von Tiefwurzeln bzw. mit der mehr oder weniger großen Fähigkeit der in Frage kommenden Holzart, Schatten zu ertragen, Hand in Hand.

Unter den in erster Linie zur Traufbildung geeigneten Laubhölzern stehen die Eichen, vornehmlich die Traubeneiche, ihrer bekannten Standfestigkeit und ihres hervorragenden Reproduktionsvermögens wegen obenan. Die oft genug unliebsam empfundene Neigung der Eichen zur Bildung zahlreicher Wasserreiser wird zur wertvollen Eigenschaft überall dort, wo an später freigestellten, bereits gereinigten Rändern eine nachträgliche Mantelbildung erwünscht ist.

Wenn, wie es in den meisten Nadelholzwaldungen der Fall ist, die Eiche nicht in dem Maße zur Traufbildung herangezogen wird, wie es ihre anerkannt brauchbaren Eigenschaften erwarten lassen, so liegt der Grund teils in den Standortsverhältnissen, zum wesentlichen Teile aber in der Langsamwüchsigkeit dieser Holzart und in den Unstimmigkeiten, die hierdurch gegenüber den Umtriebszeiten und den ökonomischen Zielen der Nadelholzwirtschaft geschaffen werden.

Um der Eiche als der trauftüchtigsten Holzart auch in Nadelholzrevieren eine größere Beachtung bei der Bildung sturmfester Waldmäntel zu verschaffen, empfehlen sowohl Eifert wie Wagner die gegen die finanziellen Leistungen der Eichenträufe bestehenden Bedenken durch Wahl höherer Umtriebszeiten zu beheben. Eifert[1]) schlägt Voranbau der Eiche auf 25 m breiten Schlägen vor, die er nach Art von Loshieben ein oder zwei Jahrzehnte vor der Verjüngung des Bestandes bzw. vor Neubegründung des zu schützenden künftigen Bestandes auf der jenseits der Anhiebslinie gelegenen Rückseite des vorliegenden Bestandes oder Hiebszuges einlegen will. Die auf diesem Anhiebsstreifen sofort zu erziehende Eichenkulisse soll um eine Wegbreite von dem eigentlich zu schützenden und in üblicher Weise zu befestigenden Trauf entfernt sein.

Wagner[2]) strebt in dem nach dem System seines Blendersaumschlages aufgebauten Nadelholzwalde auf den Süd- und Westseiten der Hiebszüge die Herstellung 10 m breiter, im Fichtenreviere zweckmäßig durch zwei Umtriebe übergehaltener Eichenbänder an (Abb. 94). Unterbaut bzw. durch natürlichen Anflug verdichtet, sollen diese zunächst fünfreihigen, im

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1903, 415. — 2) Der Blendersaumschlag und sein System S. 235 ff. Gegenüber den von den bestandsbildenden Holzarten gebildeten „natürlichen" Träufen bezeichnet Wagner Umsäumungen der Hiebszüge mit nicht bestandsbildenden Holzarten als „künstliche" Träufe.

höheren Alter nur zweireihigen Eichenstreifen während des zweiten Umtriebes zu hochwertigen Starkhölzern heranwachsen und sollen als solides, die Bestockung nach allen Seiten schützendes Gerippe die Waldfläche durchziehen.

Es ist selbstverständlich, daß im einzelnen Falle Standort und Waldgebiet für die Durchführbarkeit der angeführten Vorschläge **Eiferts** und **Wagners** bestimmend sind. Unter Voraussetzung der waldbaulichen Zulässigkeit der empfohlenen Eichenträufe sind dann weiter die ökonomischen Bedenken zu beachten, die sich an die im allgemeinen unbefriedigenden Leistungen schmaler Lichtholzkulissen knüpfen. Diese von mißlungenen Versuchen abgeleiteten und mit mehr oder weniger Recht verallgemeinerten Bedenken würden aber jedenfalls dort zu schweigen haben, wo gefährdeten Nadelholzorten durch die Eichenträufe eine unbedingt sichere Sturmrüstung angelegt werden kann.

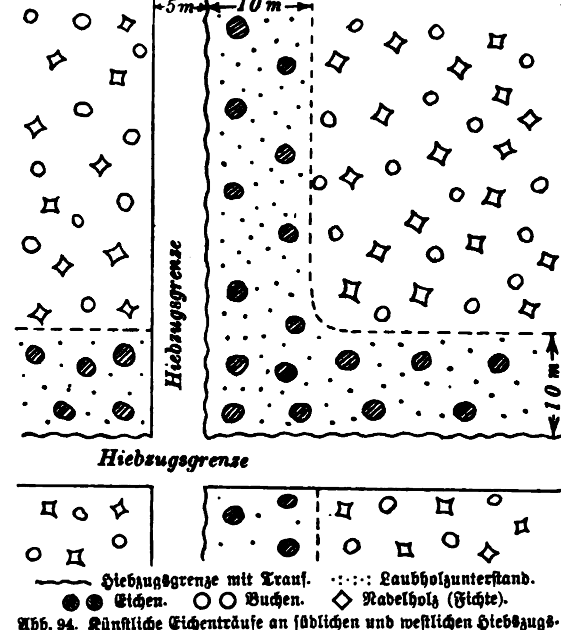


Abb. 94. Künstliche Eichenträufe an südlichen und westlichen Hiebszugsgrenzen im Nadelwald. Zustand im zweiten Umtrieb (nach **Wagner**).

Neben der Eiche kommen unter den Laubhölzern noch Bergahorn, Rüster, Hornbaum, Schwarzerle, vereinzelt vielleicht auch Linde, Vogelbeere und Pyramidenpappel als taugliche Traufhölzer in Frage. Die Buche liefert dort, wo sie von Jugend an freisteht, mit Hilfe ihrer dichten Belaubung gutschließende Waldmäntel; die geringere Standfestigkeit, wie der Umstand, daß sie gleich der Esche leicht rindenbrandig wird, vermindern aber den Wert der Buche als Traufholzart.

Unter den **Nadelhölzern** verfügen Kiefer und Lärche zwar über ein hohes Maß von Windständigkeit und übertreffen in dieser Hinsicht Fichte und Tanne, als Lichthölzer sind sie aber nicht, wie die letztgenannten Holzarten, imstande, den zu einem guten Waldmantel gehörigen dichten Ast- und Kronenschirm genügend lange zu erhalten. Ihre vorteilhafte Verwendung bei der Waldmantelbildung setzt daher im allgemeinen die Mischung mit einer Schattenholzart voraus.

Von den beiden Nadelschattenhölzern gebührt der Tanne infolge ihrer besseren Verankerung und ihres lebhafteren Ausheilungsvermögens als Traufholzart der Vorrang vor der Fichte. Die große Wirtschaft aber arbeitet bekanntlich sehr viel mit reinen Fichtenträufen und erzielt, soweit es sich nicht um besonders exponierte Ränder handelt, trotz der Empfindlichkeit der Fichte gegen Peitschen, Nadelverlust und Beschädigungen aller Art im großen ganzen befriedigende Ergebnisse. Dabei ist allerdings vorausgesetzt, daß den Randbäumen durch Freistellung von Jugend auf und durch Gewährung des nötigen Wachsraumes die Möglichkeit zur tiefen Beastung und zur Gewöhnung an den Kampf mit dem Sturme gewährt wird. Verspätet freigestellte Fichtenträufe versagen meist vollkommen, da es der Fichte ebensosehr an Standfestigkeit wie an Wiedererzeugungskraft fehlt. Bei keiner anderen Holzart ist die richtige Erziehung und Behandlung des Traufes so wichtig wie bei der Fichte.

Über das Verhalten der bei uns eingeführten ausländischen Nadelhölzer am Bestandsrande liegen nur vereinzelte Erfahrungen vor. Danach scheint die Weymouthskiefer als Traufbaum weit geeigneter zu sein als die Douglasie. Da der Schnellwüchsigkeit der letztgenannten Holzart keine entsprechende Standfestigkeit parallel läuft, befindet sich die Douglasie, wie Eifert[1]) mit Recht hervorhebt, in der geschützteren Mitte des Bestandes wohler und mehr am Platze als am gefährdeten Rande.

Günstiger als reine, aus ein und derselben Holzart bestehende Träufe verhalten sich die aus mehreren Holzarten zusammengesetzten, weil die der einen Holzart fehlenden Traufeigenschaften durch entsprechende Beimischung einer anderen in bester Weise ergänzt werden können. Mischungen von Licht- und Schattenhölzern, z. B. von Kiefer, Lärche, Eiche einerseits mit Tanne, Buche oder Hornbaum andererseits liefern vortreffliche Waldmäntel, besonders dann, wenn das Schattenholz durch dichte Belaubung der Lichtkronigkeit des Oberstandes zu Hilfe kommt, ohne dessen normale Ast- und Wurzelausbildung zu beeinträchtigen. Das setzt voraus, daß dem Schattenholz im allgemeinen nur die Rolle eines Unterstandes zugewiesen wird. Wächst das Schattenholz aus dieser Rolle heraus, so wird das Oberholz durch zu anspruchsvolle Entwicklung des Schattenholzes unter Umständen zu einer unerwünscht weitgehenden Reinigung gezwungen. Dieser Vorgang kann unangenehm fühlbar werden, wenn das Schattenholz eine Laubholzart ist. Nach der herbstlichen Entlaubung entstehen dann leicht zu große, in der Hauptsturmzeit naturgemäß keineswegs gern gesehene Lücken. An sturmgefährdeten Rändern ist die Beimischung der Tanne zum Lichtholz aus dem angeführten Grunde ratsamer als die gebräuchlichere Mischung mit der Buche.

Als sturmsichernden Vorzug der aus einem oberständigen Lichtholz und einer unterständigen Schattenholzart zusammengesetzten Träufe führt Eifert die Schwächung des Winddruckes an. Der Druck des Windstoßes verteile sich hier auf zwei selbständig bewurzelte und je für sich verankerte Stammindividuen und wirke unter sonst gleichen Umständen minder gefährlich als im reinen gleichaltrigen Bestande beim Druck auf ein einziges, denselben Luftraum einnehmendes Stammexemplar. Das an besonders gefährdeten Stellungen in Betracht kommende Ideal eines vollkommenen Sturmschutzes durch Traufbildung erblickt der genannte Autor weiterhin im Aufbau doppelter Träufe. Die „vermutlich denkbar beste" Sicherung scheint ihm vorhanden zu sein, wenn sich vor einer aus Kiefer und Tanne möglichst dicht herzustellenden sturmaufhaltenden Wand noch ein aus Lärche und Buche bestehender Mantel als lichter sturmschwächender Schleier befindet.

C. Die Begründung und Behandlung des Waldmantels.

Abgesehen von der Wahl der im einzelnen Falle zweckmäßigen und anwendbaren standfesten Holzart ist bei der Begründung und Pflege der an allen Bestandsrändern, vornehmlich aber an den äußeren Wald- und Hiebszuggrenzen unentbehrlichen, notwendigen oder doch mehr oder weniger wünschenswerten Waldmäntel das Hauptaugenmerk fortgesetzt auf Hebung der Standfestigkeit und auf Förderung der Dichtkronigkeit der Randbäume zu richten. Als Hilfsmittel hierzu kommen in Betracht:

a) Wahl einer größeren Pflanzweite auf dem je nach der Gefährdung mehr oder weniger breit zu bemessenden Randstreifen und lichte Erziehung des Randbestandes.

Ein richtiger Trauf besteht nicht nur aus der vordersten Reihe der Randbäume,

1) a. a. O. 414.

sondern aus einer Mehrzahl hintereinander und in der Weise geordneter Glieder, daß die Individuen jeder nachfolgenden Reihe die Lücken der jeweils vorliegenden decken. Wie breit der Sturmschutzstreifen im einzelnen Falle zu machen ist, hängt, wie schon erwähnt, von der Gefährdung, d. h. von der Lage und namentlich auch von der angebauten Holzart ab. Bei Fichte empfiehlt es sich, den Schutzstreifen an gefährdeten Rändern eine größere Breite — nicht unter 10 bis 15 m[1]) — zu geben.

Die Pflanzung selbst hat mit kräftigen Einzelpflanzen, am besten im Dreiecksverband, zu erfolgen.

Erscheint die weitständigere Pflanzung infolge der Gefahr der Bodenverangerung nicht ratsam oder neigt die angebaute Holzart (Kiefer) zu sperrwüchsiger Entwicklung, so empfiehlt es sich, auch den Randstreifen mit der dem Standort bzw. der Natur der Holzart angemessenen Pflanzenmenge zu bepflanzen. Es ist dann aber Sorge zu tragen, daß vom Eintritt des Schlusses an der Wachsraum der kräftigsten Individuen durch fortgesetzte Entnahme aller bedrängenden Pflanzen entsprechend vergrößert wird.

In gleicher Weise ist auch bei der späteren Behandlung der Randstreifen durch Anwendung kräftiger, bis zu Durchlichtungen sich steigernder Durchforstungen auf Erziehung gut bewurzelter und tief beasteter Bäume zu halten: der Sturmschutzstreifen ist m. a. W. licht zu erziehen.

Die Ansicht über die Zweckmäßigkeit der hier empfohlenen lichten Erziehung der Randstreifen wird nicht auf allen Seiten geteilt. Hier und da wird vielmehr das Gegenteil, die enge Erziehung, d. h. die Unterlassung jedweden Eingriffes in die Waldsubstanz des Randbestandes bei den späteren Durchforstungen für richtiger angesehen. So ist z. B. die sächsische Staatsforstverwaltung von ihrer früheren Anschauung über die Zweckmäßigkeit der lichten Träufe abgegangen und schreibt in den zur Zeit geltenden „Allgemeinen Wirtschaftsregeln" vom Jahre 1908 vor, die nordwestlichen, westlichen, südwestlichen, südlichen und südöstlichen Bestandessäume längs der äußeren Grenzen, der Einteilungslinien, breiteren Wege und längs anderer Nichtholzbodenflächen bei den Durchforstungen in einer Breite von 3—5 m völlig unberührt zu lassen.[2])

Wir vermögen der auch von Deicke[3]) vertretenen Ansicht, daß der dichtgefügte, d. h. aus eng gestellten Bäumen gebildete Waldmantel den sichersten Schutz gegen Wind gewähre und daß weitständige Bestandsränder nur „der Theorie nach" zweckmäßig seien, nicht beizutreten, sondern stehen auf dem Standpunkte, daß wir den Weg gehen müssen, den die Natur in sturmgefährdeten Höhenlagen bei der Heranbildung standfester Bäume einschlägt. Die dem Einzelindividuum im Schlußstande aufgezwungene Entwicklung entspricht diesem Wege nicht, sondern führt zu einer mit dem höheren Alter wachsenden Unselbständigkeit, die nur so lange weniger in Erscheinung tritt, so lange das Gefüge des äußeren Bestandsrandes unversehrt bleibt. Entstehen hier aber, wie es im Laufe des Bestandeslebens in vielen Fällen unausbleiblich ist, Lücken, dann fehlt es an Ersatz für die ausgeschiedenen Sturmbrecher, und der Sturm trifft dann ungehindert auf kampfungeübte Bestandsglieder.

Bei der Anzucht der von uns für allein richtig angesehenen lockeren streifenartigen Waldmäntel ist allerdings an der Forderung festzuhalten, daß die Umlichtung der auf dem Randstreifen stehenden Stämme planmäßig von Jugend auf erfolgt. Wo das versäumt worden ist und wo bei späteren Eingriffen (Einlegen

1) Pilz: Allg. F. u. J.-Ztg. 1901, 346 verlangt bei Fichte eine Mindestbreite von 20 m. — Die „Allgemeinen Wirtschaftsregeln" für die sächsische Staatsforstverwaltung vom Jahre 1903 schrieben an gefährdeten Bestandsgrenzen die Anlage 20—40 m breiter Sturmschutzstreifen mittels weitständiger Pflanzung (1,6—1,7 m Pflanzweite bei Fichte, Lärche, Weymouthskiefer) vor. Thar. Jhrb. 1904, 243. — 2) Das. 1909, 290. — 3) Das. 1912, 64.

von Loshieben, Wege- und Schneisenaufhieben usw.) Bestände freigestellt werden, die sich schon gereinigt haben, empfiehlt es sich mehr, die Ränder 10—15 m breit undurchforstet zu lassen. Auch dann, wenn sich der freigestellte Bestandsrand zwar noch nicht gereinigt hat, aber schon mehr oder weniger in dichten Schluß gekommen ist, erscheint Vorsicht bei der Vornahme von Bestandslockerungen angezeigt. Öftere Wiederholung schwacher, nur ganz allmählich sich verstärkender Durchforstungen ist dann richtiger als unvermittelte Herstellung der gewünschten lichten Bestockung des Randstreifens.

Bei der Begründung und Pflege von Waldmänteln halten wir also an der schon von anderen Seiten ausgesprochenen Regel fest: Weit pflanzen bzw. frühzeitige Erweiterung des Pflanzenabstandes und lichte Erziehung oder — bei verspäteter Sturmsicherung — Unterlassung jeden Eingriffes und Erhaltung des engen Standes.

b) Gewährung des nötigen Freistandes für die Bestandesränder.

An den Bestandesgrenzen vermögen sich die Randbäume nur dann tief zu beasten, sowie an die Freistellung und die damit verbundene stärkere Windeinwirkung zu gewöhnen, wenn sie auch wirklich freigestellt sind. Die Bildung guter Waldmäntel setzt mithin das Vorhandensein hinreichend breiter und dauernd unbestockter Räume an den gefährdeten Grenzen voraus. An den äußeren Waldgrenzen, an Nichtholzbodenflächen, breiten Wegen, Eisenbahnen und anderen bleibenden Bestandesunterbrechungen ist die gestellte Bedingung erfüllt, nicht aber ohne weiteres dort, wo bisher geschützte Bestände durch den Hieb freigestellt werden. Hier, vornehmlich an den seitlichen Grenzen der Hiebszüge, müssen die künstlich geschaffenen Einteilungslinien (Gestelle, Hauptgestelle, Wirtschaftsstreifen) in der erforderlichen Breite offengehalten werden.

Welche Mindestbreite diesen die Hiebszüge längsseitig begrenzenden holzleeren Streifen zu geben ist, damit die Bestandsränder die gewünschte sturmsichernde Bemantelung auch auszubilden vermögen, hängt in erster Linie von der Holzart, weiterhin von den jeweiligen Standortsverhältnissen, der Bestandeshöhe und der Umtriebszeit ab. In Fichtenrevieren macht man die in der Hiebsrichtung verlaufenden Schneisen zweckmäßigerweise 8—12 m (in Sachsen 9 m) breit. Dem naheliegenden Wunsche, mit einer geringeren Breite auszukommen, um an ertragsloser Fläche[1]) zu sparen, darf in geschützten Lagen, nicht aber auf exponierten Höhenzügen, Rücken und Kämmen nachgegeben werden. Der Zweck der Wirtschaftsstreifen oder, wie sie Bargmann bezeichnet wissen will, Sturmstreifen = Sturmbänder besteht eben darin, die beiderseitigen Bestände an den Anprall der nicht aus der herrschenden Richtung kommenden Stürme zu gewöhnen. Dieser Zweck wird um so besser erreicht, je breiter die Streifen sind und je mehr die angrenzenden Bestandsränder in der Lage waren, unter dem Einflusse der durch die Wirtschaftsstreifen gebotenen Freistellung bei sachgemäßer Pflege ordentliche Waldmäntel zu bilden. Bei Neuanlagen von Wirtschaftsstreifen durch älteres, bereits gereinigtes Holz ist diese Wirkung nicht mehr oder nur in beschränktem Maße zu erwarten. Es besteht in solchem Falle so-

1) Nach Denzin (Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 126) schwankt die durch 10—14 m breite Wirtschaftsstreifen bedingte ertragslose Fläche zwischen 1,6—7,2 % der Revierfläche, je nachdem die Wirtschaftsstreifen mehr oder weniger voneinander entfernt sind.

gar die Gefahr, daß durch den Schneisenaufhieb dem Sturmwinde Eingang in unvorbereitete Bestände verschafft wird. Um dem vorzubeugen, kann es empfehlenswert sein, dem Wirtschaftsstreifen bei der ersten Anlage die volle Breite nur dort zu geben, wo junge, zur Mantelbildung befähigte Bestände durchschnitten werden. In älteren Orten genügt es, die Wirtschaftsstreifen zunächst nur in schmaler Linie aufzuhauen und sie erst bei der Verjüngung dieser Bestände in voller Breite auszuhalten.

Gleich wichtig wie die Seitenisolierung der Hiebszüge ist die Festigung aller in deren Innern befindlichen Bestandesgrenzen, vornehmlich der an der Windseite liegenden. Auch hier muß rechtzeitige Freistellung durch Loshiebe (siehe dort), Absäumungen und Rändelungen die Vorbedingung für Bemantelung schaffen, sofern nicht schon bei der Bestandesbegründung durch Einhalten genügend breiter Bestandesabstände für ungehinderte Entwicklung des Waldmantels Vorsorge getroffen worden ist.

Das Verfahren, beim Anbau der Schläge bis an die Schlaglinie heranzupflanzen, ist der Traufbildung in keiner Weise förderlich, namentlich nicht an Schlaglinien, die längere Zeit nicht weiterrücken. Hier einen 4—5 m breiten Zwischenraum zwischen der jungen Kultur und dem Schlagrande einzuhalten, kommt nicht nur dem berechtigten Streben nach Vermeidung von Seitendruck und Wurzelkonkurrenz zugute, sondern entspricht auch der Rücksichtnahme auf Waldmantelbildung. Auch beim Anbau großer zusammenhängender Flächen kann durch Liegenlassen 5 und mehr m breiter, senkrecht zur Hiebsrichtung verlaufender holzleerer Streifen der Waldmantelbildung und damit der Vermehrung der Anhiebsmöglichkeiten in bester Weise Vorschub geleistet werden. Damit auch die Schneisen dem letztgenannten Zwecke zu dienen vermögen und als Anhiebslinien benutzt werden können, gilt auch für sie die Forderung hinreichender Breite. Wenn die Schneisen nur 2—3 m breit gemacht werden, vermag sich ein wirksamer Waldmantel an ihnen nicht zu entwickeln.

Ineinander verwachsenden Bestandsrändern ist durch Vornahme von Absäumungen an oder auf der Bestandsgrenze zu Hilfe zu kommen. Wo die Absäumung vorzunehmen ist, ob im älteren Bestande zugunsten einseitiger, am jüngeren Orte erfolgender Traufbildung, ob in letzterem selbst oder auf der Grenze beider Bestände, hängt von den Verhältnissen ab. Die Hauptsache ist auch hier Rechtzeitigkeit. Hat sich der jüngere Bestand noch nicht gereinigt, so liegen gegen die Räumung eines 5—6 m breiten und holzleer zu erhaltenden Grenzstreifens im jüngeren Bestande keine Bedenken vor. Diese Maßnahme kann vielmehr im Interesse der beiderseitigen Mantelbildung richtiger sein als die in der Praxis üblichere Methode, zugunsten des jüngeren, der Traufbildung noch zugänglichen Bestandes die Absäumung im älteren Holze vorzunehmen.

Bei winkeligen, ein- und ausspringenden Bestandesgrenzen ist gelegentlich der Absäumung auf Geradelegung der Grenze mit zu achten; es empfiehlt sich in solchen Fällen keineswegs, sich bei der Herstellung des Trennstreifens ängstlich an den Verlauf der Bestandesgrenzen zu halten.

c) Vermeidung von Verletzungen des Waldmantels.

Es handelt sich hierbei hauptsächlich um Unterlassung von Aufastungen am Trauf und um Verhinderung sonstiger Unterbrechungen des an der Bestandesaußenseite gebildeten Astmantels. Die vorstehend unter a (S. 329) bei der Bestandespflege zum Zwecke der Erziehung voller Kronen usw. empfohlenen Durchforstungen des Randstreifens sind in richtig und von Jugend auf gepflegten Träufen keine störenden Eingriffe in die Substanz derselben. Sie können aber zu solchen werden, wenn sie unvermittelt und zu stark oder in Bestandesrändern geschehen, an denen infolge zu später Freistellung eine befriedigende Mantelbildung nicht mehr zu erwarten ist und die, wie wir schon oben sahen, aus diesem Grunde besser dicht bestockt belassen werden.

Um Zerstörungen und Beeinträchtigungen des Waldmantels durch Aufastungen unnötig zu machen, darf bei Bestandesbegründungen die erste Pflanzreihe nur dann an den Rand der Kulturfläche, an welchem die Mantelbildung gewünscht wird, herangerückt werden, wenn die Gewißheit besteht, daß der spätere Trauf nicht störend wirkt. Wo, wie an Wegen und Waldgrenzen — namentlich an Grenzen gegen landwirtschaftlich benutzte Flächen — diese Sicherheit nicht besteht, ist als Regel festzuhalten, mit der Kultur 3—4 m vom Rande wegzubleiben.[1]) Geht man näher an den Weg bzw. fremden Besitz heran, so sind beim Höherwerden des Bestandes Räumungen und Aufastungen des Waldmantels zum Zwecke der Trockenlegung und Trockenerhaltung des Wegekörpers oder zur Verhinderung nachteiliger Beeinflussung des Nachbargrundstückes oftmals unvermeidlich.

In jungen Beständen, die die Fähigkeit zur Mantelbildung noch besitzen, tut man gut, die erforderlichen Räumungen sofort vorzunehmen, wenn bei der Kultur Aussparungen der erwähnten holzleeren Streifen nicht stattgefunden haben. Ebenso sind in Jungorten, die aus natürlicher Besamung hervorgegangen sind, die Randstreifen durch Aushieb des an die Grenzlinie vorgedrungenen Anwuchses rechtzeitig herzustellen.

Von der Ansicht ausgehend, daß jeder Waldmantel so sorgfältig wie nur möglich zu erhalten ist und daß wirtschaftliche oder durch die Natur herbeigeführte Eingriffe in den Trauf eine mehr oder minder große Gefahr für den dahinter liegenden Bestand in sich schließen, vermögen wir einem von Oberförster Jelin[2]) in Stammheim (Württemberg) angewendeten Verfahren nicht beizustimmen, das darauf abzielt, den auf die Randbäume ausgeübten Winddruck durch künstliche Aufastung derselben zu vermindern.

Jelin ließ an Fichtenträufen an den äußersten Stämmen fast die halbe Beastung, an den Bäumen nach innen zu entsprechend weniger wegnehmen. Die Astung erstreckte sich nicht auf die unteren Äste, sondern geschah in der Weise, daß in der ganzen Krone von jedem Quirle zwei bis drei Äste beseitigt wurden, namentlich die dem Sturmstriche rechtwinkelig entgegenstehenden, welche der Wind am meisten fassen konnte. Die dem Sturme entgegenstrebenden und die auf der Gegenwindseite befindlichen, in den Wald hineingerichteten Äste wurden belassen. Die Altholzränder, welche man auf diese Weise behandelt hatte, erwiesen sich sieben Jahre lang standhaft.

Eifert (a. a. O. 417) hält dieses auch von ihm selbst ausprobierte Sturmschutzmittel nur dann für anwendbar, wenn die Herkunftsrichtung des erwarteten Sturmes örtlich ermittelt und die Astung so vorgenommen werden kann, daß die Richtung der belassenen Äste mit der Sturmrichtung zusammenfällt. Die letztgenannte Voraussetzung dürfte aber nur selten und dann mehr zufällig erfüllt werden. Zweifellos häufiger tritt der von Eifert an zweiter Stelle erwähnte, weniger günstige und leicht mit unangenehmen Überraschungen verbundene Fall ein, daß der Sturm aus einer anderen als der Frontalrichtung kommt und daß dann der seitliche oder schräge Druck auf die noch belassenen, aus der Traufwand herausragenden Äste weit wuchtiger wirkt als auf einen von vollen, unversehrten Kronen gebildeten Waldmantel.

Die beschriebenen Ästungen sind Maßnahmen, die ihrer Unsicherheit und Gefährlichkeit halber besser unterbleiben. Wenn sie trotzdem vorgenommen werden, verdient jedenfalls der von Eifert erteilte Rat, sie erst dann auszuführen, wenn der vorliegende Bestand abgeräumt wird, Beachtung. Solange der Trauf von diesem Bestande noch gedeckt wird, ist den Randbäumen ihre volle Beastung zur Ausbildung widerstandsfähiger Schäfte und zwecks Entwickelung kräftiger Wurzeln zu belassen. Fürchtet man nach dem Abtriebe des Deckungsbestandes infolge der Breitkronigkeit der Randbäume eine zu große Hebelwirkung im Kro-

1) In den sächsischen Staatsforsten gilt die Vorschrift, daß an den Grenzen mit fremdem Besitz ein 4 m breiter Streifen, längs wichtigerer Wege ein solcher von 8 m Breite, vom Planierande aus gemessen, unangebaut liegen bleibt. — 2) Forstw. Zbl. 1886, 517.

nenraum, so ist dann immer noch Zeit, dem vermuteten Zuviel durch Wegnahme einzelner Äste abzuhelfen.

d) Abstufung des Waldmantels.

Mit besonderem Nachdrucke wird von manchen Seiten der Wert abgestufter und abgedachter Waldmäntel betont. Eifert (a. a. O. 416) z. B. erblickt in ihnen das A und O der Bestandessicherung an gefährdeten Rändern.

Unter den verschiedenen Wegen, auf welchen man zu einem abgedachten, d. h. nach dem Bestandesinnern hin aufsteigenden Waldmantel gelangt, halten wir verspätetes Anpflanzen der vorderen Traufreihen für den gangbarsten. Jahrelanges Liegenlassen von mehr oder weniger breiten Randstreifen zum Zwecke späterer Bepflanzung empfiehlt sich natürlich nicht, wohl aber kann die von Eifert vorgeschlagene „interimistische Bepflanzung" der Randzone in Frage kommen, d. h. die vorübergehende Bepflanzung mit einer beliebigen Holzart, möglichst mit einer solchen, die in kurzer Zeit irgendein verwertbares Sortiment ergibt. Der Gewinnung von Reisig bzw. von Christbäumen wegen eignet sich namentlich die Fichte für den genannten Zweck. In dem Maße, wie die nach kürzerer oder längerer Zeit geräumten äußeren Pflanzreihen des Traufes wieder ersetzt werden durch neue Pflanzen, läßt sich der oben erwähnte stufige Aufbau des Randstreifens unter Zuhilfenahme der nötigen Geduld herbeiführen. Ob allerdings die schützende Wirkung eines auf diese Weise erzogenen abgedachten Waldmantels im Vergleich zur Wirkung des richtig erzogenen gleichalterigen Traufes um so vieles größer ist, daß der Erfolg den aufgewendeten Zeit- und Geldopfern entspricht, erscheint uns mindestens sehr zweifelhaft.

Auf einfachere und bequemere Weise könnte man zu aufsteigenden Waldmänteln gelangen, wenn man die vordersten Pflanzreihen des Traufes so nahe wie möglich an die Schlagwände und Ränder der angrenzenden Bestände heranrücken würde, um ihren Höhenwuchs durch den Seitendruck des älteren Holzes zurückzuhalten. Das Verfahren steht aber im Widerspruch zu der bereits oben (S. 331) näher erörterten Forderung, den Traufrand freizustellen, und hat deshalb auch dort, wo es angewendet werden kann, auch nur vorübergehende Bedeutung.

Noch weniger einverstanden vermögen wir uns mit dem Vorschlag zu erklären, die Abdachung des Waldmantels durch Entgipfelung der Randbäume künstlich herbeizuführen. Die Entgipfelnng soll vom Rande an nach dem Innern des Bestandes zu stufenweise abnehmen, so daß das normale Bestandesniveau im allmählichen Aufsteigen des Traufes wieder gewonnen wird. Ausnahmsweise und nur am einzelnen, an Windrissen und sonstigen gefährdeten Punkten stehenden vorherrschenden und dichtkronigen Stamme angewendet[1]), mag das Herunterhauen herausragender Gipfel Berechtigung haben, das Zurückschneiden ganzer Randzonen beurteilen wir nicht anders als die vorstehend erwähnten Aufastungen und vermögen in beiden Verfahren nicht mehr zu erblicken als wertlose Künsteleien.

e) Unterlassung der Anlage von Gräben (Grenzgräben usw.) an den vom Sturme bedrohten Waldrändern, wenn hierbei Wurzeln benachbarter Bäume zum Abhiebe gelangen.

3. Steigerung der Widerstandsfähigkeit des ganzen Bestandes durch Entwässerung feuchter Örtlichkeiten vor der Kultur, Anwendung geeigneter Pflanzmethoden und durch frühzeitige, häufige, anfangs mäßige und erst im angehenden Baumholzalter stärkere Durchforstung, um auf die Ausbildung eines normalen Wurzelsystems, stufiger Schäfte und gleichmäßiger Baumkronen hinzuwirken.

Der hier und da beobachteten größeren Sturmfestigkeit der Pflanzbestände wegen wird von manchen Seiten beim Anbau der Fichte in gefährdeten Sturmlagen die Bevorzugung der Pflanzung, und zwar der Einzelpflanzung, vor der Saat empfohlen. Diese Empfehlung erscheint aber nur dort begründet, wo die weniger leichte und teurere, in entsprechender Verdünnung bestehende Jugendpflege der Saatbestände aus ökonomischen oder anderen Gründen unterbleibt. Die früher üblichen Büschelpflanzungen hindern naturgemäß die wünschenswerte stufige Entwickelung des Einzelindividuums, erzeugen einseitige Bewurzelung und Kronenbildung und sind der Bruchgefahr demzufolge mehr ausgesetzt.

1) Vgl. Reuß: Zbl. f. d. ges. Fw. 1881, 445.

Ungleich bedeutungsvoller als die Kulturmethode ist die Bestandespflege. Hier gelten die ohnehin von wirtschaftlichen Erwägungen in den Vordergrund gestellten Leitsätze der neueren Durchforstungspraxis. Auch vom Standpunkte des Sturmschutzes ist es selbstverständlich, daß schon bei den ersten Eingriffen das Augenmerk in erster Linie auf geschälte, krebsige, rotfaule, pilzkranke oder mit sonstigen Fehlern behaftete Stangen zu richten ist. Solche schädliche Stämme müssen so frühzeitig als möglich zum Aushiebe gelangen, insoweit dies ohne nachteilige Unterbrechung des Bestandsschlusses geschehen kann.

Baumrodungen in Fichtenstangen- und Mittelhölzern sind in der Regel nachteilig, weil hierdurch die Nachbarstämme leicht im Wurzelverbande gelockert werden.

4. Unterlassung des vereinzelten Überhaltes flachwurzelnder Holzarten (Fichten), zumal in exponierten Lagen.

5. Vermeidung der Wurzelrodung in Vorbereitungs- und Samenschlägen.

II. Maßregeln der Forsteinrichtung.

Gleich wichtig wie die vorstehend angeführten waldbaulichen Vorbeugungsmaßregeln sind die von der Forsteinrichtung gelieferten. Beide Gruppen müssen sich, um den Schutz des Waldes gegen Sturmschäden so vollkommen wie nur möglich zu gestalten, ergänzen. Je gefährdeter das jeweilige Wirtschaftsgebiet ist und je weniger der Waldbau mit seinen Mitteln es vermag, das Wirtschaftsobjekt, die angebaute Holzart, sturmfest zu machen, um so größer ist die Bedeutung der Maßnahmen der Forsteinrichtung. Militärisch ausgedrückt, fällt dem Waldbau im Kampf mit dem Sturme die Kriegsausbildung und Ausrüstung der Kampftruppe, d. i. der Bäume, zu, während die Forsteinrichtung die strategischen Hilfsmittel der Kriegsführung zur Verfügung zu stellen hat. In Erscheinung treten letztere bei der Regelung der Umtriebszeit, bei der Waldeinteilung und bei der Bestimmung der Hiebsrichtung und Hiebsfolge.

1. Regelung der Umtriebszeit. Wenn auch die Bestimmung der Umtriebszeit zunächst Sache finanzieller Erwägungen ist, so ist es doch nicht ratsam, eine auf Grund örtlicher Erhebungen bekannte höhere Sturmgefahr bestimmter Waldgebiete oder Standorte bei der Festsetzung der hier einzuhaltenden Abtriebsalter zu vernachlässigen. Infolge Auftretens seniler Erscheinungen (Wurzel- und Stammfäule) an älteren Bäumen geht die Sturmgefahr unter sonst gleichen Verhältnissen im großen ganzen parallel dem Bestandesalter. Wo sie, wie hier und da auf Hochebenen, an Plateauübergängen, in ungeschützten West- und Nordwesttälern usw. erfahrungsmäßig besonders auffällig ist, sind, wenn andere Gründe nicht dagegen sprechen, Betriebsklassen mit niedrigerem Umtrieb auszuscheiden.

Allgemein empfiehlt sich die zumeist ja auch finanziell gerechtfertigte Vermeidung zu hoher Umtriebe, weil die der Sturmgefahr vorzugsweise ausgesetzte Fläche im geraden Verhältnisse zur Umtriebszeit zunimmt.

Bei der Unterstellung eines normalen Altersklassenverhältnisses und des Beginnes der Sturmgefahr im 50jährigen Holze würden gefährdet sein:

im 120jährigem Umtriebe	$7/12 = 58{,}3\,\%$	der Fläche.
„ 90 „ „	$4/9 = 44{,}4\,\%$	
„ 60 „ „	$1/6 = 16{,}7\,\%$	

2. Herstellung eines dem Sturmstrich angepaßten Schneisennetzes.

In Verbindung mit dem Wegenetz erfolgt das aus Hauptschneisen (Längsschneisen, Hauptgestellen, Wirtschaftsstreifen) und Nebenschneisen (Querschneisen, Schneisen kurzhin) bestehende Schneisennetz als wichtigste seiner mancherlei Auf-

gaben die Zerlegung des Waldes in kleinere, eine geordnete Hiebsführung gestattende Flächenabschnitte (Hiebsbahnen, Hiebstouren, Hiebszüge). Diese Aufgabe ist gelöst, wenn sich der Hieb innerhalb der von den Hauptschneisen bzw. Wegen seitlich begrenzten Waldteile frei, d. h. so bewegen kann, daß schädliche Elementarereignisse, in erster Linie Sturmschäden, sowohl in dem jeweilig vom Hieb getroffenen Flächenteile, namentlich aber auch in den diesem benachbarten Hiebszügen ausgeschlossen sind. Wenn dieser Zweck erreicht werden soll, bedarf es neben richtiger Hiebsführung noch entsprechender Bestandeslagerung (s. weiter unten) innerhalb der Hiebszüge und sturmfester Waldmäntel an deren Grenzen. Um solche herzustellen, bedient man sich, wie wir schon oben sahen, breiterer Schneisen oder, soweit es möglich ist, geeigneter Wege zur seitlichen Begrenzung der Hiebszüge.

Neben der bereits erörterten Breite der Schneisen ist ihre hauptsächlich vom allgemeinen Sturmstrich bedingte Lage von wesentlicher Bedeutung.

In der Ebene, auf ausgedehnten Plateaus, sowie im wellenförmigen oder schwach hügeligen Gelände, den Gebieten der sog. künstlichen, d. h. geradlinigen Waldeinteilung, hält man allgemein an dem Grundsatze fest, das Schneisennetz nach der Windrichtung zu orientieren. Man legt dabei die Hauptschneisen entweder genau in die Richtung der herrschenden Winde, m. a. W. parallel zu derselben, oder dreht sie mehr oder weniger um diese Lage, sodaß sie im Höchstfalle eine Neigung von etwa 45° gegen den Hauptsturmstrich haben. Die Nebenschneisen läßt man zumeist rechtwinkelig zu den Hauptschneisen, also mehr oder weniger senkrecht zur Sturmrichtung verlaufen.

Infolge Vorherrschens der aus Westen kommenden Stürme pflegt man im mitteleuropäischen Wirtsschaftsgebiete, soweit nicht lokale Ablenkungen des Sturmstriches Abweichungen hiervon bedingen, das Schneisennetz so zu orientieren, daß die Hauptschneisen von Ost nach West oder von Nordost nach Südwest bzw. Südost nach Nordwest verlaufen. Die Orientierung von Nordost nach Südwest verdient im allgemeinen den Vorzug, und zwar deshalb, weil die Mehrzahl der verderblich wirkenden Stürme aus Südwest und Westsüdwest kommt und weil bei südost-nordwestlichem Verlauf der Nebenschneisen auch den hier und da schädlich auftretenden Südoststürmen der Einbruch in frische Schlagränder verwehrt wird.

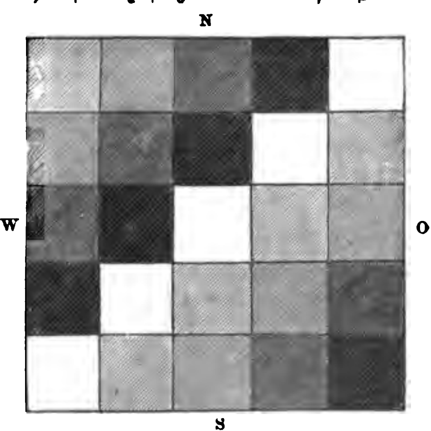


Abb. 95.
Paralleles, ost-westlich orientiertes Schneisennetz mit normaler Altersklassenlagerung.

Von Denzin[1]) ist gegen das genau nach der Richtung des gewöhnlichen Sturmstriches orientierte, sog. parallele oder senkrechte Schneisennetz der Einwand erhoben worden, daß es weniger Schutz gewährleiste als ein um etwa 45° gegen die herrschende Windrichtung geneigtes, sog. schräges (oder diagonales) Schneisennetz. Denzin stützt seine Beweisführung auf die Abb. 95 und 96.

Beide Abbildungen stellen normale Lagerungen der Altersklassen im Walde mit der

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1880, 126.

Hiebsführung von Osten (Abb. 95) bzw. Nordosten (Abb. 96) dar. Die weißen Felder bedeuten die jüngsten (V.), die mehr oder weniger dunkel schraffierten die älteren (I.—IV.) Periodenflächen. Der Raumersparnis wegen sind die Schneisen nur durch Striche bezeichnet.

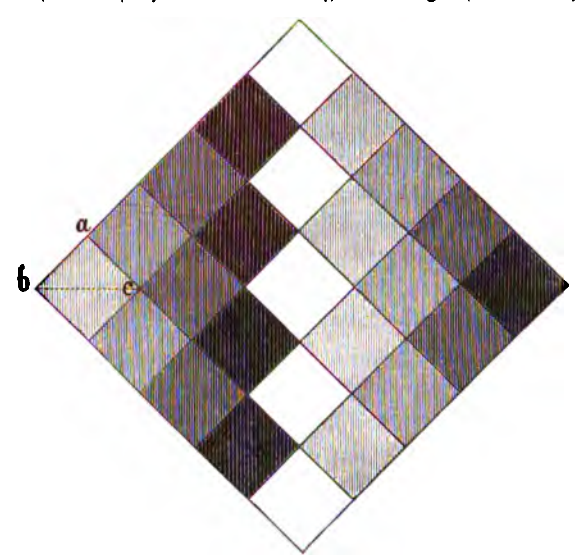


Abb. 96. Schräges, norstost-südwestlich orientiertes Schneisennetz mit normaler Altersklassenlagerung. $\sphericalangle abc = 45^\circ$.

Unter Voraussetzung einer vorherrschend westöstlichen Windrichtung weist Denzin darauf hin, daß das parallel und rechtwinkelig zum Sturmstrich verlaufende Schneisennetz (Abb. 95) beim Fortschreiten des Hiebes von Ost nach West die Bestände der II. Periode nicht in der Weise gegen die aus Westsüdwest und Südwest kommenden Stürme schützt wie es das um ungefähr 45° (s. $< abc$ in Abb. 96) gegen die westöstliche Hauptsturmrichtung gedrehte Schneisennetz zu tun vermag.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß bei der in Abb. 95 dargestellten Bestandeslagerung durch den Abtrieb der (dunkel schraffierten) Althölzer allenthalben die bisher geschützten 60—80jährigen Bestände der II. Periode nach der gefährdeten Südwest- bzw. Westsüdwestseite freigestellt werden, während eine solche Freistellung bei südwest-nordöstlichem Verlauf der Gestelle (Abb. 96) nicht erfolgt. Im letzteren Falle findet immer nur eine Freistellung des jüngsten, der V. Periode angehörenden Holzes statt und die aus West, Nordwest oder Südwest wehenden Winde treffen überall auf das bezüglich seines Schutzwertes weiter unten näher zu besprechende aufsteigende Kronendach.

Den Darlegungen Denzins ist mithin eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen. Auch Borggreve pflichtet ihrem Leitgedanken bei, wenn er in seiner Forstabschätzung (S. 6 und 288 ff.) darauf hinweist, daß bei einer zu den Haupthimmelsrichtungen schrägen Waldeinteilung die Wirtschaftsfiguren (Abteilungen) mit der Spitze nach Westen zu liegen (Abb. 97). Infolgedessen brauchten sie nur auf zwei Seiten geschützt zu werden, während dort, wo die Schneisen west-östlich bzw. nord-südlich verlaufen, sowohl die nach Westen zu liegende Vorderseite der Abteilung, wie auch deren an die Hauptschneisen stoßende Ränder, im ganzen also drei Seiten, durch Deckungs- oder Traufschutz zu sichern seien.

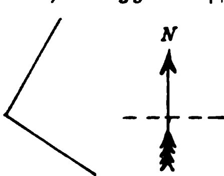


Abb. 97. Mit der Spitze nach West liegende Wirtschaftsfigur bei schräger Waldeinteilung.

Eine nach den Ausführungen der vorgenannten Autoren zu vermutende allgemein zutreffende Überlegenheit des schrägen Schneisensystems über das parallele ist jedoch nicht vorhanden. Das erhellt namentlich aus den eingehenden dynamischen und waldökonomischen Untersuchungen, die Eifert in seiner mehr erwähnten Sturmarbeit (a. a. O. 420 ff.) über den Schutzwert schräger und paralleler Schneisensysteme anstellt.

Der herrschenden Ansicht, daß eine zum Wind senkrecht gestellte Bestandesfront den Sturmanprall besser zu brechen und sicherer unschädlich zu machen vermag als eine schräg gestellte, pflichtet Eifert auf Grund der in seinem Beobachtungsgebiete gesammelten, allerdings nur vereinzelten Erfahrungen nicht bei; er hält vielmehr dafür, daß der Sturm um so unschädlicher an einer Bestandesfront entlang zieht, in je spitzerem Winkel Bestandesfront und Sturmrichtung zusammentreffen. Aus diesem „Ableitungsvermögen" läßt sich ohne Zweifel eine gewisse Überlegenheit schräger Fronten gegenüber senkrechten folgern, da

die beiden anderen Schutzwirkungen geschlossener intakter Waldmäntel, die sturmaufhaltende und die sturmschwächende, sowohl der senkrechten wie der schrägen Front eigentümlich sind, während die ableitende Wirkung eben nur der schrägen Front zukommt. Der hieraus sich ergebenden Mehrleistung schräger Fronten steht aber überall dort, wo die einzelne Bestandesfront als Teil eines Waldkörpers im Verhältnis zu ihrer Umgebung, also zum Ganzen, in Betracht kommt, als Gegengewicht der Umstand gegenüber, daß die an den Schrägwänden unschädlich abfließenden Sturmteile an anderen Stellen, namentlich in den im Laufe des Hauungsganges nicht zu vermeidenden einspringenden Winkeln, die Sturmkraft nicht unbeträchtlich verstärken. Dadurch kann die Schadenwirkung an sich unschädlicher Stürme örtlich derart gesteigert werden, daß der oben erwähnte, für den isolierten Hiebszug aus der Schrägstellung seiner Vorderfront sich ergebende Vorteil vollständig aufgewogen wird.

Aus dem Umstande endlich, daß die Angriffsrichtung der Stürme nur in den wenigsten Fällen eine ganz gleichmäßige und gleichbleibende ist, ergibt sich die ungefähre Gleichwertigkeit der beiden in Frage stehenden Schneisensysteme. Jedenfalls folgt aus den häufig vorkommenden Ablenkungen und Drehungen des herrschenden Windes, daß mit Opfern verbundene Änderungen des Schneisennetzes nur dann angezeigt sind, wenn das alte Schneisensystem fortgesetzt zum Entstehen umfangreicher Sturmschäden Veranlassung gibt. Ein nur um wenige Winkelgrade von der Sturmrichtung abweichendes Schneisennetz ohne zwingende Gründe abzuändern, bedeutet, wie Eifert mit Recht hervorhebt, eine Überschätzung des Wertes des einen oder anderen Systems, um so mehr, als es mit Hilfe geeigneter Hiebsführung (s. dort) gelingt, kleinere, an sich abänderungsbedürftige Mängel eines gegebenen, dem Walde schon auf dem Leib gewachsenen Schneisennetzes zu beheben und unschädlich zu machen.

Im Berglande, wo die Geländeausformung die Anlage eines regelmäßigen Schneisennetzes nicht gestattet, führt das grundsätzlich richtige Streben nach möglichster Verbindung des Schneisen- und Wegenetzes nicht selten dazu, auch solche Wege als Einteilungslinien zu benutzen, die sich infolge ihres Verlaufes in allerhand Krümmungen in keiner Weise dazu eignen, wenigstens nicht zur Verwendung als Hiebszugsgrenzen. Es entstehen dann leicht unzweckmäßige, des notwendigen Sturmschutzes entbehrende Hiebszüge, ein Fehler, der sich in Fichtenrevieren naturgemäß mehr zu rächen pflegt als in Laubholzwäldern. Daß die die Gebirgsforsten durchziehenden, breit angelegten Waldstraßen mit ihren meist gut entwickelten Waldmänteln wenn irgend möglich als Grenzen von Hiebszügen und Abteilungen Verwendung finden, ist selbstverständlich; nur darf man hierbei nicht zu weit gehen und darf nicht vergessen, daß zunächst bautechnische Gründe, nicht aber in das Gebiet der Forsteinrichtung und des Sturmschutzes fallende Erwägungen bestimmend waren beim Entwurf und Bau des Wegenetzes.

Wo geeignete Wege nicht vorhanden sind, empfiehlt es sich, die Hauptgestelle (Wirtschaftsstreifen) auf und an den Hängen, mehr oder weniger parallel zu den Höhenkurven, die Schneisen aber senkrecht zu diesen, also in der Richtung des stärksten Gefälles, verlaufen zu lassen, gleichviel, welche Lage zu den Himmelsrichtungen sie dabei erhalten. Auseinandergehend sind die Meinungen aber darüber, ob es richtig ist, die Einteilungslinien in Talmulden, Schluchten bzw. auf exponierte Terrainlinien, wie scharfe Rücken und Kämme von Höhenzügen zu legen. Das Streben, die Schneisen so zu legen, daß sie als Anhiebslinien benutzt werden können, läßt es manchen Autoren[1]) fehlerhaft erscheinen, wenn die vorgenannten Kamm- und Rückenlinien als Einteilungsgrenzen benutzt werden. Täler, Mulden, tief eingeschnittene

1) Rey: Ztschr. f. F. u. Jw. 1892, 642. — Pilz: Allg. F. u. J.-Ztg. 1901, 341.

Schluchten und sonstige Einsenkungen werden von diesen Seiten als weit geeignetere Orte für Einteilungs- und Angriffslinien angesehen.

Die Annahme, daß Geländevertiefungen aller Art in besonderem Maße sturmsicher seien, hat sich jedoch nicht allenthalben als richtig erwiesen. Es fehlt keineswegs an Beispielen[1]) dafür, daß Überfallwinde, Wirbel-, Nordost- und Oststürme in derartigen, als besonders geschützt geltenden Lagen böse Verheerungen anrichteten, während umgekehrt exponierte Höhenrücken, Berggrate usw. verschont blieben. Wir stimmen deshalb mit Bargmann[1]) und Wagner[2]) überein, wenn von ihnen darauf hingewiesen wird, daß es sich nicht empfiehlt, Kammlinien des Geländes bei der Herstellung des Schneisennetzes unbedingt zu verwerfen, daß im Gegenteil auch waldbauliche und ökonomische Gründe für erhöhte Berücksichtigung solcher Örtlichkeiten sprechen.

Den in Talsohlen usw. stockenden Beständen fehlt die Gelegenheit, sich im Kampf mit dem Sturm zu trainieren. Gesteigerter Höhenwuchs und weniger feste Verankerung vermindern die Widerstandsfähigkeit des einzelnen Individuums, während sich die auf den trockenen felsigen Böden exponierter Kämme wachsenden Bäume durch geringere Höhenentwickelung, gedrungenen, knorrigen Aufbau und starke Bewurzelung der fortgesetzten Angriffe von Wind und Sturm zu erwehren suchen. Sturmfeste Waldmäntel entwickeln sich hier besser als in den Mulden, und es liegt eigentlich nahe, sich dieses Vorteiles bei der Schneisenlegung zu bedienen. Weiter spricht auch die gesteigerte Ertragsfähigkeit in den Einsenkungen für möglichste Vermeidung holzleerer Streifen in diesen Örtlichkeiten. Nicht zuletzt verdient die oftmals bestätigte Tatsache volle Beachtung, daß leicht Unzuträglichkeiten und Schwierigkeiten aller Art entstehen, wenn in Schluchten usw. verlaufende Hiebszugs- und Abteilungsgrenzen die Ursache dazu sind, daß mit der Verjüngung nur an einer Hangseite und nicht, wie es richtig wäre, an beiden zugleich vorgegangen wird.

3. Wahl der richtigen Hiebsrichtung und Hiebsfolge.

Mit der Schaffung des vorstehend geschilderten Schneisennetzes ist die Aufgabe der Waldeinteilung keineswegs erschöpft. Letztere hat ihren Schwerpunkt vielmehr darin zu erblicken, innerhalb der von den Hauptschneisen bzw. Wegen abgegrenzten Waldstreifen für richtige Hiebsführung und für eine solche Aneinanderlagerung der Bestände zu sorgen, daß die Hiebsführung in geordneter und wirtschaftlich zweckmäßiger Weise erfolgen kann.

Hinsichtlich der Hiebsrichtung gilt bei allen Schlagwirtschaften als Regel, die Schläge den herrschenden Sturmwinden, d. h. derjenigen Himmelsrichtung entgegen zu führen, aus der unter Zugrundelegung der jeweils in Betracht kommenden örtlichen Verhältnisse die gefährlichsten Stürme zu wehen pflegen. Kommen diese, wie es bei uns der Fall ist, vorwiegend aus West oder Südwest, so hat die Schlagführung von Ost bzw. Nordost zu erfolgen.

Das Bestreben, die Achillesferse jeder Schlagwirtschaft, den durch die Schlagführung geöffneten ungedeckten Rand an die geschützteste Seite des Bestandes zu legen, hat im Hinblick auf das Vorkommen gefährlicher Oststürme auch zur Empfehlung anderer Hiebsrichtungen als der ost-westlichen geführt. So schlägt Stötzer (Festschrift usw. 65) für die Ebene wie auch für ausgedehntere Gebirgsplateaus vor, die Hauungen nicht mehr von Ost nach West, sondern von Süd nach Nord zu richten. Er geht dabei von der Ansicht aus, daß infolge Seltenheit von Südstürmen der Schutz des Bestandes an der West-, Ost- und Nordseite wichtiger ist als an der Südseite.

Von dem zweifellos richtigen Streben geleitet, bei der Wahl der Hiebsrichtung nicht nur den Sturmschutz, sondern auch noch andere produktive Momente, namentlich die Ver-

1) Bargmann: a. a. O. 17. — 2) Der Blendersaumschlag u. sein System. Tübingen 1912, 255.

jüngungsfähigkeit, bestimmend sein zu lassen, gibt Chr. Wagner[1]) im Gegensatz zu Stötzer der Nordsüdrichtung den Vorzug vor allen anderen Hiebsrichtungen, weil sie den Ost- und Weststurm gleichzeitig abhält und gegen Süden volle Deckung gewährt. Die Öffnung des Nordrandes hält Wagner — für Süddeutschland wenigstens — für nicht gefährlicher als die Hiebsführung von Osten herein. In Norddeutschland verschiebt sich dieses Verhältnis infolge der Ablenkung der aus Südwesten und Westen wehenden Winde nach Nordwesten zu vielleicht etwas zu ungunsten des Nordrandes.

Die Festsetzung einer allgemein geltenden Hiebsrichtung rechtfertigt sich selbstverständlich nur dort, wo die Annahme einer Generalsturmrichtung begründet ist. Wo, wie im Gebirge, die Sturmrichtung von der Geländeausformung beeinflußt wird, machen nicht nur die Abdachung und die Rücksichtnahme auf den Transport des Holzes, sondern auch die örtlich verschiedenen Ablenkungen des Windes allerhand Abweichungen von der allgemeinen ost-westlichen Hiebsrichtung notwendig. Hier verlangt unter Umständen jeder Hiebszug eine etwas andere Schlagführung. Es liegt auf der Hand, daß ohne sorgfältige Beobachtungen der örtlichen Sturmgefahr und ohne statistische Erhebungen die jeweils richtige Hiebsrichtung nicht zuverlässig bestimmt werden kann. Für Gebirgswaldungen hat somit die bereits oben näher gewürdigte Waldsturmstatistik doppelte Bedeutung.

Im ebenen oder nur schwach welligen Gelände mit regelmäßigem, dem allgemeinen Sturmstrich angepaßtem Einteilungsnetze ist es üblich, die Schläge parallel zu den Nebenschneisen zu legen. Liegt der Fall aber so, daß bei gegebenem, genau ost-westlich orientiertem Schneisennetze Rücksicht genommen werden muß auf das Vorkommen von Südoststürmen, oder empfiehlt es sich, die Schlaglinien senkrecht zur Südwest- oder Nordwest-Windrichtung verlaufen zu lassen, so liegt kein wesentlicher Hinderungsgrund vor, von dem gebräuchlichen Verfahren abzugehen und die Schläge nicht parallel zu den Nebenschneisen, sondern diagonal über die Abteilungen hinwegzulegen, um die Schlagfronten aus der Nord-Südrichtung herauszubekommen und sie in nordwest-südöstlicher bzw. südwest-nordöstlicher Richtung verlaufen zu lassen.

Im Gebirge, wo der Wind mehr oder weniger den Tälern folgt, erleidet die Regel, die Schläge gegen Westen, Südwesten usw. zu führen, in dem Maße Abweichungen, wie die Winde selbst durch die Geländebildung abgelenkt oder hinsichtlich ihrer Intensität beeinflußt werden. Bezüglich der letztgenannten Einwirkung steht im allgemeinen fest, daß talabwärts (talauswärts) wehende Winde eine größere Heftigkeit entwickeln als talaufwärts (taleinwärts) ziehende. Weiterhin steigert sich die Gewalt der Winde noch mit der Länge der Täler, ihrer Geradlinigkeit, Verschmälerung und Vertiefung. Enge und tief eingeschnittene Täler sind der verheerenden Wirkung der Winde mehr ausgesetzt als breite und flache Mulden, vornehmlich dann, wenn die Täler in der Windrichtung ausstreichen und ohne wesentliche Krümmungen verlaufen. Bei der Wahl der Hiebsrichtung muß diesen von Fall zu Fall wechselnden Verhältnissen Rechnung getragen werden.

Bei von West nach Ost streichenden Tälern sprechen alle Momente für Hiebsführung von Ost nach West, also talaufwärts (taleinwärts). Bei den in entgegengesetzter Richtung, sonach von Ost nach West streichenden Tälern, macht schon Kötl, der in seinem Handbuche der Forstwirtschaft im Hochgebirge die Abhängigkeit der Hiebsführung von der Geländeausformung in ebenso ausführlicher wie zutreffender Weise erörtert, einen Unterschied zwischen kurzen und langen Tälern. Bei letzteren ist die Schlagführung von Ost nach West (talab- oder talauswärts) die einzig richtige. Bei kurzen, steilen Tälern hingegen kann die Rücksichtnahme auf das Vorkommen sturzgefährlicher Ostwinde unter Umständen die von Kötl empfohlene Hiebsführung von West nach Ost unter Belassung eines Bestandesstreifens als „Vorstand" gerechtfertigt erscheinen lassen, jedoch nur dann, wenn die Erfahrung gelehrt hat oder wenn die Geländebildung es wahrscheinlich macht, daß die von der Höhe abstürzenden und der stark abfallenden Talsohle folgenden Stürme verheerender wirken als die talauf-

1) Grundlagen der räuml. Ordnung. 2. Aufl. 225.

wärts wehenden Westwinde. Wo das Gegenteil infolge des Vorgeländes der fraglichen Täler, der Art ihrer Ausmündung oder aus sonstigen Gründen anzunehmen ist, pflichten wir den von Baudisch[1]) gegen die Schlagführung von Westen herein geäußerten Bedenken bei und halten unter den angedeuteten Voraussetzungen auch in kurzen, von Ost nach West ausstreichenden Tälern die Führung der Schläge von Osten herein für zweckmäßig.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich bei den in nord-südlicher Richtung sich erstreckenden Tälern anstellen. Wenn auch die Nordwinde kaum als sturzgefährlicher bezeichnet werden können als die Südwinde, so bedingt doch das Bestreben, die Kulturen möglichst vor Kälte zu schützen, daß in den von Nord nach Süd oder umgekehrt sich hinziehenden Tälern im allgemeinen mit den Schlägen von Süden aus vorgegangen wird. Das schließt natürlich keineswegs aus, daß es im einzelnen Falle — nach Zötl z. B. in kurzen, von Süden nach Norden ausstreichenden Tälern — richtiger sein kann, von Norden herein zu schlagen.

Auch in den zu den Haupthimmelsrichtungen schräg verlaufenden Tälern gilt die Regel, die Schläge der gefährlichsten Windrichtung entgegenzuführen, sodaß in den von Nordwest nach Südost sich hinziehenden Talzügen von Südost herein, in den in der Richtung Südwest-Nordost gestreckten von Nordost herein geschlagen zu werden pflegt.

Handelt es sich um Seitentäler, die sich von Haupttälern abzweigen bzw. in solche einmünden, so ist die in den letzteren herrschende Windrichtung mehr oder weniger ausschlaggebend bei der Bestimmung der Hiebsrichtung der Seitentäler. Je nach Einmündungswinkel, Verlauf und Steigungsverhältnissen des einzelnen Seitentales nimmt der dem Haupttale folgende Wind mit größerer oder geringerer Kraft die Richtung des Seitentales an und bedingt dann eine hierzu entgegengesetzte Schlagführung.

Wie schon erwähnt, müssen die Vorschriften, die je nach der Richtung, Länge, Form, Ausmündung usw. des einzelnen Talzuges für die Hiebsführung gegeben werden können, allerhand Abänderungen erfahren. Auch von der Art und Weise, wie die Hangseiten gestaltet sind, ob sie glatt, buchtig oder riegelig verlaufen, wird die Entscheidung ganz wesentlich beeinflußt. Oft wird es jedenfalls nur an der Hand langjähriger Erfahrung möglich sein, die Hiebsführung in einer solchen Weise zu handhaben, daß die Bestände vor nachteiligen Wirkungen der Winde gänzlich verschont bleiben.

Nicht viel anders ist es bei der Bewirtschaftung isolierter Bergkegel, hervorstehender Bergrücken, Kuppen, Ecken und Grate. Auch hier entscheidet die nachbarliche Umgebung, d. h. die Geländebildung vor und hinter der Erhebung, in so einschneidender Weise, daß sich ins Einzelne gehende Anhaltspunkte nicht geben lassen.

An freistehenden, dem Windanfall von allen Seiten ausgesetzten Bergen und Köpfen beginnt man mit der Verjüngung auf der vor den sturzgefährlichsten Winden gesicherteren Seite. Die Schläge erhalten hier die Form von Dreiecken, deren Grundlinien an den Fuß des Berges zu liegen kommen und deren Schenkel am Bergscheitel unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel zusammenlaufen. An der Bergfront und an den durch die vorbeistreichenden Winde am meisten gefährdeten Seiten in gleicher Weise vorzugehen, empfiehlt sich nicht in jedem Falle. Wo die Windgefahr so groß ist, daß ihr alles andere, namentlich die Rücksichtnahme auf Erleichterung der Holzabbringung, untergeordnet werden muß, verdient die Ansicht Zötls Beachtung, die Dreiecksschläge nur bis dahin vorrücken zu lassen, wo die heftigen Winde schon teilweise anprallen. Hier sollen dann Schlagform und Richtung in der Weise geändert werden, daß man beiderseitig von der Spitze des letzten Dreiecksschlages weg in schmalen, mit der Schlagfront schräg zur Talsohle verlaufenden Schlägen von oben nach unten verjüngt.

Die neben der Hiebsrichtung noch in Betracht kommende geordnete Hiebsfolge bedingt das Vorhandensein einer bestimmten Altersabstufung der in der Hiebsrichtung aufeinander folgenden Bestände. Diese müssen dem Alter nach derartig verschieden sein, daß jeder einzelne Bestand im Zeitpunkte seiner Hiebsreife genutzt werden kann, ohne daß andere vorwärts oder rückwärts liegende Bestände dadurch gefährdet, d. h. trauflos dem Sturmanprall preisgegeben werden. Senkrecht zur Hiebs-

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1884, 521.

richtung stoßen die Bestände meist ohne hinreichende Zwischenräume aneinander. Infolgedessen fehlen ihnen sturmsichernde Träufe an den inneren Grenzen, und der einzelne Bestand kann den Deckungsschutz, den der nach der Windrichtung zu vorgelagerte Bestand gewährt, nicht entbehren. Würde dieser vorgelagerte Bestand in-

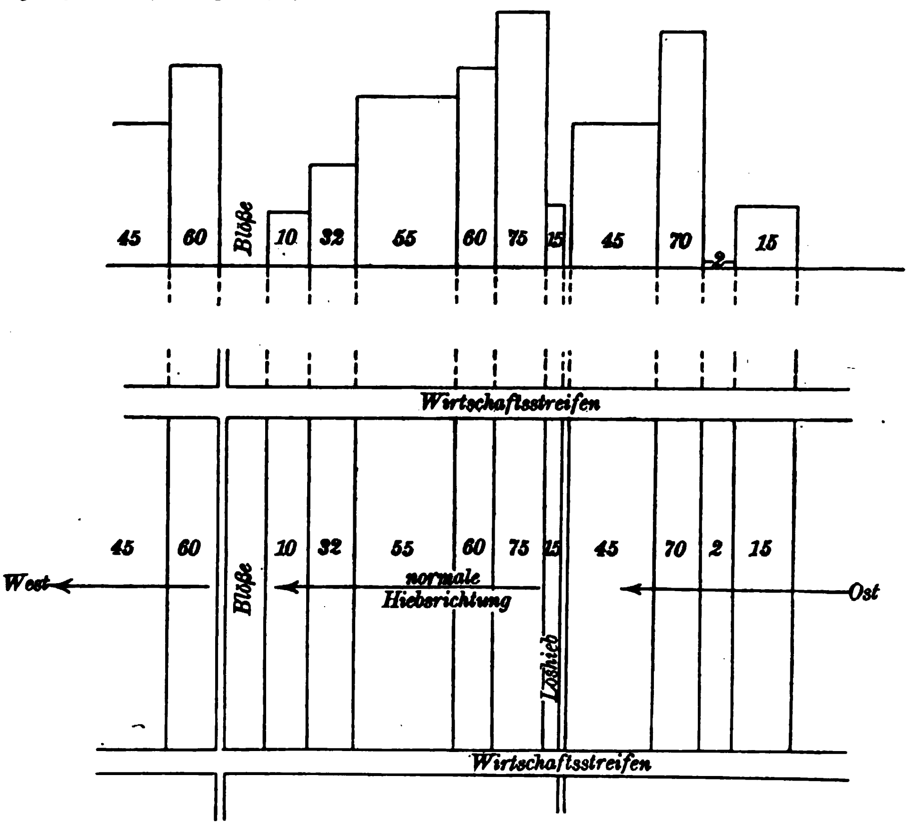


Abb. 98. Hiebszüge mit geordneter (normaler) Altersstufenfolge ihrer Bestände (im Grund- und Aufriß). Die eingeschriebenen Zahlen geben das Alter der einzelnen Bestände an.

folge höheren Alters oder aus anderen Ursachen früher abgetrieben werden müssen. so würde der bisher gedeckte jüngere Bestand, soweit nicht rechtzeitig Vorbeugungsmaßregeln (Loshiebe, s. S. 345) ergriffen worden sind, seines Schutzes beraubt und den Gefahren des Sturmangriffes ausgesetzt werden. Daraus geht hervor, daß die Vorbedingung einer geordneten Hiebsfolge am besten dann erfüllt ist, wenn die zu einem Hiebszuge vereinigten Bestände nach der Windseite zu jünger werden (Abb. 98). Je nach der Anzahl und Ausdehnung der in Betracht kommenden Bestände gleicht dann ihr nach der Sturmseite hin abfallendes Kronendach im Aufriß mehr oder weniger einer Treppe (Abb. 98).

Um der Wirtschaft die von waldbaulichen und ökonomischen Interessen geforderte Elastizität und dem Hiebe die nötige Freiheit und Beweglichkeit zu geben, ist es namentlich im schlagweisen Hochwaldbetriebe unerläßlich, in den von den Hauptschneisen des Einteilungsnetzes bzw. von den als Hauptschneisen verwendeten Wegen begrenzten Waldstreifen eine möglichst weitgehende Gliederung in sog. Hiebszüge vorzunehmen.

Wir verstehen, indem wir uns hierbei mehr oder weniger den Ausführungen und Vorstellungen Judeichs, Speidels, Bargmanns u. a. anschließen, unter „Hiebszug" einen räumlich fest begrenzten Waldteil mit einem oder mehreren an einander grenzenden Beständen, die in der gleichen Hiebsrichtung und in dieser aufeinanderfolgend verjüngt werden. An seinen Flanken wird der Hiebszug, wie schon vorstehend erwähnt, durch die Hauptschneisen oder andere künstliche oder natürliche Trennungslinien begrenzt und durch die hier gebildeten Waldmäntel geschützt und selbständig gemacht. In gleicher Weise bedarf der Hiebszug auch an seiner Front, d. h. an der nach der Sturmrichtung zu gelegenen Breitseite, eines starken, sturmfesten Waldmantels. Die Bildung dieses Fronttraufes wird gleichfalls durch Isolierung der Vorderseite mittels entsprechend breit aufgehauener Schneisen (Abteilungsgrenzen), Wege, natürlicher Bestandesunterbrechungen oder durch streifenweisen Anbau sturmfester Holzarten vermittelt. Naturgemäß kommen die eben erwähnten Bestandestrennungen auch an der Rückseite des in der Hiebsrichtung vorgelagerten Nachbarhiebszugs zur Geltung und fördern auch an dieser den Sturmangriffen nicht oder doch nur ausnahmsweise ausgesetzten Seite die Waldmantelbildung.

Der Hiebszug ist somit räumlich festgelegt und an einen bestimmten Ort gebunden. Die auf seiner Fläche, der Hiebsbahn, stockenden Bestände stellen einen mehr oder weniger selbständigen Wirtschaftskörper dar, der im aussetzenden Betriebe bewirtschaftet und innerhalb einer Umtriebszeit einmal von der mehr oder weniger senkrecht zur Sturmrichtung vorrückenden Verjüngung getroffen wird. Die Hiebsbahn bleibt hierbei unverändert; es verändert sich nur das Hiebsobjekt, die nach außen durch Traufschutz, nach innen durch Deckungsschutz gegen Windgefährdungen geschützte, zum Hiebszug vereinigte Bestandesgruppe. Durch den der Windrichtung entgegen und je nach der Hiebsreife der Bestände bald schneller oder bald langsamer aufeinander folgenden Abtrieb der Bestände rückt die „Angriffs- oder Anhiebslinie" vom rückwärtigen nach dem vorderen Ende des Hiebszuges vor. Die dadurch im Hiebszuge erzeugte Bewegung ist die der stehenden Welle. Liegen mehrere, von denselben Einteilungslinien begrenzte Hiebszüge hintereinander, so kann das gesamte Bewegungsbild die Erscheinung der fortschreitenden Welle annehmen und den Eindruck erwecken, als sei die vom Hiebszuge ingenommene Fläche etwas Veränderliches.

Die in bestimmter Altersabstufung und Richtung sich folgenden Bestände des einzelnen Hiebszuges bilden eine Schlagreihe, aus der im Laufe eines Umtriebes mit dem Fortschreiten der Verjüngung eine neue entsteht. Das während des Verjüngungsganges eines jeden Hiebszuges sich darbietende Bild zweier Schlagreihen, einer von der Altholzfront nach vorn laufenden älteren und einer von der Rückseite bis zur Altholzfront reichenden jüngeren, ändert daran nichts, daß wir mit dem Hiebszugsbegriff im allgemeinen das Vorhandensein nur einer Schlagreihe verbinden. Die neben der ursprünglichen Schlagreihe auftretende neue ist nur der für den nächsten Umtrieb bestimmte Ersatz für die mit dem Vorrücken der Schlagfront an die Hiebzugsfront erledigte alte Schlagreihe.

Wir lassen also im Sinne Judeichs und der Bestandswirtschaft Schlagreihe und Hiebszug der Fläche nach zusammenfallen. Im Gegensatz zu Chr. Wagner[1]), in dessen Blendersaumschlagwalde der Hiebszug zur Sicherung einer frei beweglichen Hiebsführung beliebig viele hintereinander geordnete Schlagreihen enthalten kann, betrachten wir das Vorkommen von mehr als einer Schlagreihe in einem Hiebszuge als Ausnahmeerscheinung und nur als vorübergehenden Zustand. Die Voraussetzungen eines solchen Zustandes — des sog. „vorübergehenden" Hiebszuges im Sinne Neumeisters[2]) — sind gegeben, wenn in einem Hiebszuge Bestände oder Bestandesgruppen vorkommen, die die gewünschte Altersabstufung der auf der Hiebsbahn stockenden Bestände — der Schlagreihe — stören, weil sie viel älter sind als die vom Hieb zunächst getroffenen Orte. Es machen sich dann, um den mit langem Stehenlassen hiebsreifer Orte verbundenen ökonomischen Opfern vorzubeugen und um die Altersstufenfolge der Bestände des Hiebszuges dem erwünschten Zustande näher zu bringen, hin und wieder Hiebsmaßnahmen außerhalb der geordneten Hiebsfolge notwendig, die als Beweis für das Vorkommen mehrerer Schlagreihen im Hiebszuge angesehen werden können.

1) Der Blendersaumschlag und sein System, 1912, 212. — 2) Thar. Jhrb. 1883, 25.

Eine auch vom Standpunkte des Sturmschutzes hochwichtige Frage ist die Frage nach der Anzahl und Größe der Hiebszüge. Beide Momente beeinflussen sich naturgemäß in der Weise, daß mit der Zunahme der Zahl der Hiebszüge eine Abnahme der Flächengröße des einzelnen stattfinden muß.

Aus dem Streite über die zweckmäßige Größe des Hiebszuges sind die Verfechter der kleinen oder kurzen Hiebszüge schon längst als Sieger hervorgegangen. Man ist heute namentlich im Lager der Kunstverjüngung des schlagweisen Hochwaldbetriebes darüber einig, daß es sich nicht empfiehlt, mit großen Hiebszügen zu wirtschaften. Mit der Zahl der Hiebszüge wächst die Zahl der Anhiebe und damit steigert sich nicht nur die von waldbaulichen, waldpfleglichen und ökonomischen Interessen geforderte Beweglichkeit der Wirtschaft, sondern im großen ganzen auch die Sturmsicherheit.

Die Meinungen über den letztgenannten Punkt sind allerdings nicht ganz einheitliche. Mit gutem Rechte wird von manchen Seiten darauf hingewiesen, daß mit der Vermehrung der Hiebszüge zwar eine aus den bereits angedeuteten Gründen sehr erwünschte Vermehrung der Anhiebslinien verbunden ist, daß damit aber auch die Zahl der schwachen Stellen der Wirtschaft wächst. Die aus regelwidriger Richtung kommenden Stürme (Oststürme) träfen in einem hiebszugsreichen Revier auf weit mehr offene, ungeschützte Bestandsränder und fänden dementsprechend ein weit größeres Feld zu verheerender Tätigkeit als dort, wo nur wenige Schlagfronten infolge großer Hiebszüge vorhanden sind. Für die Berechtigung dieses Einwandes fehlt es in der Tat auch nicht an Erfahrungstatsachen.[1]) Borggreve[2]) und Stötzer[3]) gehen noch weiter. Sie sind der Ansicht, daß auch bei normaler (westlicher) Sturmrichtung die mit der Verkleinerung der Hiebszüge im Verhältnis zu deren Gesamtfläche eintretende Vergrößerung der exponierten Angriffslinien die Schadenwirkung der Stürme steigere. Während Borggreve hierbei mehr die vom Sturm direkt getroffenen, bemantelten Bestandsränder, nicht aber oder nur ausnahmsweise das Bestandsinnere als gefährdet ansieht, ist Stötzer der Meinung, daß sich der über das Bestandesdach hinwegbrausende Wind bei jeder Schlaglinie senke und dadurch Stauungen erfahre, die zu Wirbelbewegungen und zum Umbrechen der nicht genügend standfesten Stämme des offenen (östlichen) Bestandsrandes führten. Von diesen Voraussetzungen ausgehend, halten beide Autoren dafür, daß die Sturmgefahr sich verringere, wenn die Angriffslinien im Verhältnis zur Gesamtfläche der gefährdeten Bestände kleiner werden, und daß sie wachse, wenn eine Vergrößerung der Anhiebe, d. h. eine Vermehrung der Hiebszüge eintritt. Ihrer Ansicht nach ist man gegen Sturmschaden mit wenigen Hiebszügen besser gedeckt als mit vielen.

Demgegenüber stehen wir mit der überwiegenden Mehrzahl aller zur Frage der kleinen oder großen Hiebszüge laut gewordenen Stimmen (Judeich[4]), Pilz[5]), Pöpel[6]), Speidel[7]), Thaler[8]), Chr. Wagner[9])) u. a. auf dem Standpunkte, daß die Sturmgefährdung eines Waldkörpers der Größe seiner Hiebszüge direkt, der Zahl derselben also indirekt proportional ist. Je kleiner die Zahl der Hiebszüge

1) Augst: Allg. F. u. J.-Ztg. 1902, 8. — 2) Forstl. Bl. 1882, 67 u. Forstabschätzung (1888), 298. — 3) Forsteinrichtung (1898), 254 u. Festschrift 1905, 67. — 4) Forsteinrichtung, 6. Aufl. 1904, 281 u. Bericht d. deutsch. Forstvereins 1892, 143. — 5) Forstl. Bl. 1882, 168. — 6) Forstw. Zbl. 1882, 609. — 7) Allg. F. u. J.-Ztg. 1893, 181. — 8) das. 1903, 1. — 9) Grundlagen d. räuml. Ordnung. 2. Aufl. 1911, 203.

eines Revieres ist, um so größer ist, gleiche Breite, d. h. gleiche Frontlänge der Hiebszüge vorausgesetzt, ihre in der Windrichtung sich erstreckende Tiefe, und um so ausgedehnter pflegen die einzelnen Bestände zu sein, aus denen sie sich zusammensetzen. Erfahrungsgemäß nimmt die Sturmgefahr mit der Ausdehnung gleichaltrig bestockter Flächen nicht ab, sondern zu, und nicht der Umfang, sondern die Tiefe der Bestände bestimmt den Grad ihrer Gefährdung.

Die von Borggreve als nachteilige Folge kleiner Hiebszüge angesehene und deshalb verworfene sog. Altersklassenzerreißung, d. h. die Vermeidung bzw. Trennung großer gleichaltrig oder annähernd gleichaltrig bestockter Flächen betrachten wir auch vom Standpunkte des Sturmschutzes als Vorzug der kleinen, eine oder nur wenige Abteilungen (Jagen, Distrikte) umfassenden Hiebszüge.

Mit der größeren Häufung der Hiebszüge wächst allerdings die Zahl der dem Sturmangriff ausgesetzten Bestandsränder. Das ist aber keineswegs gleichbedeutend mit einer Vermehrung des Sturmschadens. Eine solche Wirkung ist vielmehr nur dort zu befürchten, wo bei der Hiebszugsbildung rücksichtslos verfahren wird, indem bei der Trennung und Freistellung von Beständen die oben näher besprochenen Bedingungen der Waldmantelbildung außer Acht gelassen werden. Wo diesen Bedingungen Rechnung getragen wird, steigert sich mit der Zahl der wetterfesten Träufe die Sturmfestigkeit des gesamten Waldkörpers.

In engem Zusammenhang mit der Frage, ob die Windgefahr mit der Zahl der vom Windangriff mehr oder weniger senkrecht getroffenen Bestandsränder steigt oder fällt, steht die Frage, ob die Einteilungsfiguren und damit die Hiebszüge mit breiter oder mit schmaler Front der Sturmrichtung entgegengestellt werden sollen.

Wie ganz erklärlich, sind auch hierüber die Meinungen geteilte. Daran festhaltend, daß Vermehrung und Verlängerung der sturmfesten Ränder dem Walde zum Vorteil gereichen, pflichten wir der von manchen Seiten[1]) geäußerten Ansicht, daß der Sturm bei schmaler Angriffsfront weniger schädlich wirke als bei breiter, nicht bei. Wir halten es für zweckmäßig, bei der Bildung der Abteilungen, soweit es die Geländeverhältnisse zulassen, die Rechtecksform zu begünstigen und zwar in der Weise, daß die längere Seite der herrschenden Windrichtung zugekehrt ist. Die Schläge können dann in der Sturmrichtung schmal gehalten werden, wodurch die oben erwähnte, mit einer Vermehrung der Sturmgefahr verbundene Vertiefung der gleichaltrigen Bestockung vermieden wird. Es ist selbstverständlich, daß im Gebirge, wo die Regelmäßigkeit der Einteilungsfiguren sowieso dem Streben nach möglichster Einbeziehung des Wegenetzes in das Einteilungsnetz geopfert werden muß, die an den Hängen sich hinziehenden Hiebszüge oft länger als breit werden. Sie sind dann mit ihrer schmalen Seite der Windrichtung zugekehrt.

Bei der Bildung der Hiebszüge geht es gemeinhin ohne Opfer nicht ab, namentlich dort nicht, wo auf Herstellung kleiner Hiebszüge soviel als möglich geachtet wird. Nur selten sind in unseren Waldungen die Altersklassen derart und in der gewünschten Größe aneinandergereiht, daß es möglich ist, den einzelnen Bestand im Zeitpunkt seines günstigsten Abtriebsalters zu nutzen.

In vielen Fällen, wo eine regelwidrige Bestandslagerung vorhanden ist, oder

1) Braun: d. forstl. Grundeinteilung usw. 2. Aufl. Darmstadt 1871, 11. — Pilz: Thar. Jhrb. 1883, 206.

wo an und für sich richtig gelagerte Bestände eine zu große Flächenausdehnung haben, so daß ihre Vereinigung zu einem Hiebszug untunlich erscheint, hilft man sich durch rechtzeitiges Einlegen sog. Loshiebe.[1])

Man versteht unter Loshieben und den hierfür noch gebräuchlichen Ausdrücken (Anhiebsräumen, Durchhieben, Aufhieben, Sicherheitsstreifen, Umhauungen) schmale, 10—20 m breite, streifenförmige Schläge, durch welche man nach der Begriffsbestimmung Judeichs Bestände in der Richtung des Hiebes dort trennt, wo später Hauungen eingelegt werden sollen. Wie die Hauptschneisen (Wirtschaftsstreifen) dienen die Loshiebe zur Isolierung der Hiebszüge. Sie verlaufen aber nicht, wie die Wirtschaftsstreifen, parallel zur Hauptwindrichtung, sondern mehr oder weniger senkrecht zu dieser; sie vermitteln also die Frontisolierung und unterscheiden sich weiterhin dadurch von den Hauptschneisen, daß sie nicht holzleer liegen bleiben, sondern angebaut werden.

Von den bereits oben genannten, teils nach der besonderen Art des einzelnen Loshiebes, teils vom jeweiligen Autor gebrauchten Ausdrücken versinnlicht das Wort „Anhiebsraum" den Zweck des Loshiebes am besten. Denn mit Hilfe von Loshieben verschafft man sich neue Anhiebe und sichert Bestandsränder, die sich bisher im Deckungsschutz befanden und die beim Fortschreiten des Hiebes Sturmangriffen ausgesetzt werden, dadurch gegen Windschäden, daß man sie freistellt. Vorausgesetzt daß sie jung und entwicklungsfähig genug sind, gibt man diesen windseitig vorliegenden Bestandsrändern durch Führung des schmalen Loshiebes die Möglichkeit, sich zu bemanteln. Auf diese Weise wird der später ganz verloren gehende Deckungsschutz durch Traufschutz ersetzt.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß der Wert eines Loshiebes nicht vom Loshieb als solchem, sondern wesentlich davon abhängig ist, ob der zur Mantelbildung bestimmte Bestand diese Aufgabe auch wirklich noch erfüllen kann. Wo der Loshieb zu spät kommt und Bestandsränder freistellt, die nicht mehr imstande sind, in Wurzel, Stamm und Krone sich sturmfest zu entwickeln oder wo dieser Entwickelung infolge zu raschen Weiterschlagens keine hinreichende Zeit gelassen wird, verfehlt der Loshieb seinen Zweck unter Umständen vollkommen. Ja, es kann sich in solchen Fällen sogar der von Borggreve gegen die Loshiebe erhobene Vorwurf, daß sie dem Eintreten von Sturmschäden nicht entgegen-, sondern vorarbeiteten, als richtig erweisen.

Wie alt die durch den Loshieb freigestellten Ränder im Höchstfalle sein dürfen, läßt sich allgemein nicht festlegen, weil Holzart, Standorts- und Entwickelungsverhältnisse, Geländeausformung und Größe der Windgefahr im einzelnen Falle mitsprechen. Fichtenbestände, längs deren oder durch welche man einen Loshieb führt, sollen in der Regel 80—85 Jahre nicht überschritten haben. Loshiebe durch 40—60jährige Bestände sind im allgemeinen schon mit einem mehr oder weniger großen Risiko verbunden. Langsame Entwickelung des Bestandes, ungewöhnlich lichte Stellung oder Kurzschaftigkeit lassen andererseits die Ausführung von Loshieben auch in älteren Beständen unbedenklich erscheinen.

Wie oben schon angedeutet wurde, dienen Loshiebe sowohl zur Trennung großer, gleichalter oder nahezu gleichalter Bestände, wie auch zur Isolierung jüngerer Orte, die sich im Deckungsschutz älterer befinden und die in Sturmgefahr kommen

1) Rücker: Allg. F. u. J.-Ztg. 1848, 2. — Heß, R.: das. 1862, 369. — das. 1863, 79. — das. 1890, 19. — Baudisch, Fr.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1883, 191. — Gerlach: Thar. Jhrb. 1887, 136.

würden, wenn der ältere Bestand ohne weitere Vorbereitung abgetrieben werden würde.

Loshiebe zwischen verschieden alten Beständen führt man gewöhnlich im älteren Holze, teils um nutzbareres Material zu gewinnen, hauptsächlich aber, um den an der Grenze des älteren Bestandes schon einigermaßen ausgebildeten Waldmantel des jüngeren Ortes nicht zu zerstören (vgl. Abb. 99, Loshiebe in Abteilung 2 und 7). Es gilt überhaupt als Regel, schon vorhandene, wenn auch nur schwach entwickelte Waldmäntel beim Einlegen von Loshieben nicht unbeachtet zu lassen und den einzelnen Loshieb, wenn möglich, so zu legen, daß die genannten Anfänge von

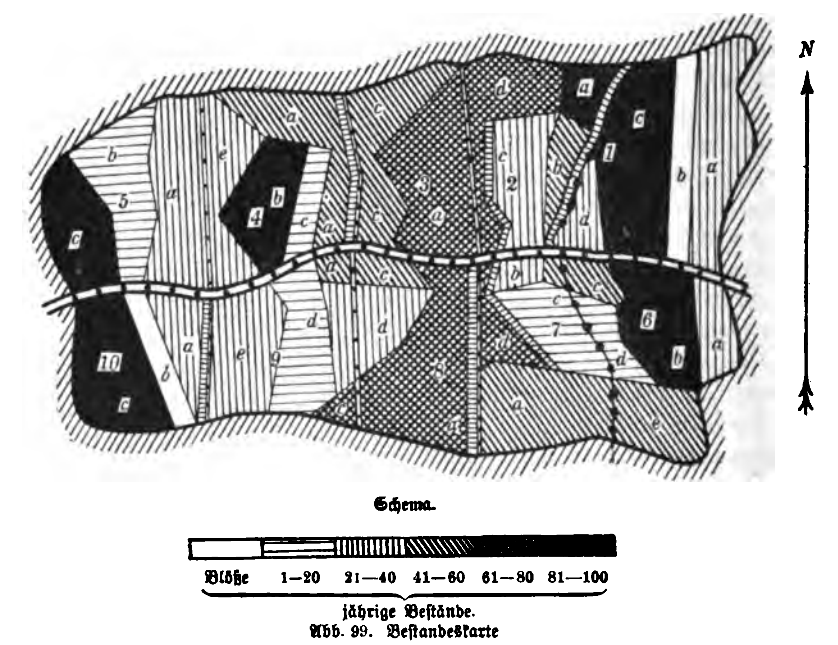


Abb. 99. Bestandeskarte

Traufbildungen benutzt werden können. Man läßt aus diesem Grunde die Loshiebe gern an Schneisen verlaufen (Judeichs Sicherheitsstreifen oder Durchhiebe, vgl. Abb. 99, Loshiebe in Abteilung 4, 8 und 10) und zwar an deren Westseite, um dem frei werdenden Rande die schwache Bemantelung der Ostseite zu erhalten.

Ausnahmsweise kann es sich bei der Trennung verschieden alter Bestände jedoch empfehlen, den Loshieb nicht im älteren, sondern im jüngeren Holze zu führen, nämlich dann, wenn der Bestandesrand des jüngeren Holzes durch langjährige Verdämmung seitens des anstoßenden älteren Holzes derart gelitten hat, daß eine kräftige Bemantelung nicht mehr zu erwarten ist. In solchem Falle erscheint es gerechtfertigt, durch Führung des Loshiebes im jüngeren Bestande den zu schützenden Bestandesrand weiter in das zuwachskräftigere Holz hinein zu verschieben.

Zur näheren Erläuterung des vorstehend über Ort und Zeit der Ausführung der Loshiebe Gesagten sei auf die in Abb. 99 dargestellte Bestandeskarte eines aus zehn Abteilungen bestehenden kleinen Fichtenreviers hingewiesen.

Die leiterförmig schraffierten schmalen Streifen stellen fünf zur Ausführung bestimmte Loshiebe dar. Zwei von ihnen, die in Abteilung 2*b* und 2*d* bzw. 7*d* eingezeichneten, dienen zur Isolierung der jüngeren Bestände 1*d*, 2*c*, 7*b*, 7*c*, um diese durch

den frühzeitigeren Abtrieb der Bestände 2*b*, 2*d* und 7*d* nicht zu gefährden. Der die Bestände 2*c*, 7*b* und 7*c* freistellende, seines winkeligen Verlaufes wegen als „Umhauung" bezeichnete Loshieb ist vollkommen berechtigt und eine wirtschaftliche Notwendigkeit. Dasselbe gilt von dem an der Grenze zwischen Abteilung 1 und 2 verlaufenden Loshieb, soweit durch ihn eine Freistellung des Westrandes von 1*d* erfolgt. Auch dieser 20—40-jährige Bestand wird durch den Loshieb rechtzeitig in die Lage versetzt, seinen durch den Abtrieb von 2*b* späterhin freigestellten Westrand zu bemanteln bzw. den hier infolge des Weges schon vorhandenen schwachen Waldmantel zu verstärken. Ganz anders aber steht es mit der Fortführung des zuletzt genannten Loshiebes durch die 80—100 jährigen Bestände der Abteilung 1 und 2 hindurch. Hier kann durch ihn eine bessere Bemantelung des Westrandes von Abteilung 1 nicht mehr erwartet werden. Die Fortsetzung des Loshiebes über 1*d* hinaus muß sogar als gefährlich und deshalb fehlerhaft bezeichnet werden, es sei denn, daß der Altholzbestand der Abteilung 1 am Wegrande bereits stark bemantelt und an die Freistellung hinreichend gewöhnt ist.

Die weiteren drei Loshiebe in Abteilung 4, 8 und 10 sind sog. Sicherheitsstreifen, verlaufen entlang von Schneisen und dienen der Trennung gleichalter oder nahezu gleichalter Orte. Soweit sie Bestände der ersten und zweiten Altersklasse trennen (Loshieb in Abteilung 10) sind sie berechtigt. Unbedenklich kann auch der die Schneise zwischen Abteilung 3 und 4 verbreiternde Loshieb in Abteilung 4 sein, vorausgesetzt, daß der 40—60jährige Bestand 3*c* wenig entwickelt und zur Ausbildung einer guten Bemantelung noch befähigt ist. Ob die gleiche Wirkung von dem in Abteilung 8*a* entlang der Schneise sich hinziehenden Loshieb ebenfalls erwartet werden darf, steht dahin. Die Freistellung des der vierten Altersklasse angehörenden Bestandes 7*d* erscheint jedenfalls nur dann zulässig, wenn der an die Schneise stoßende Westrand dieses Bestandes infolge der Schneise bereits einigermaßen bemantelt ist.

Die Loshiebe werden möglichst bald nach ihrer Herstellung angebaut. Das auf ihnen entstehende schmale Beständchen soll, wenn der schlagweise Abtrieb des westseitig gelegenen Holzes beginnt, soweit herangewachsen sein, daß es seinerseits dem freigestellten Rande des ostseitigen Bestandes als künstlicher Mantel vorgelagert ist. Das setzt voraus, daß der Loshieb breit genug angelegt wird, weil sich auf schmalen nur bis 10 m breiten Streifen der Anbau nicht lohnt. Erscheint es aus irgendwelchen Gründen angezeigt, beim Einlegen eines Loshiebes vorsichtig zu sein und ihn zunächst nicht in voller Breite aufzuhauen, so verzichtet man am besten auf sofortigen Anbau und wartet damit, bis eine das Heranwachsen der Kultur gewährleistende Verbreiterung stattgefunden hat. Nach den vorliegenden Erfahrungen tut man überhaupt gut, sich von den Loshiebkulturen nicht zu viel zu versprechen. Auf den schmalen Bändern ist der Seitendruck meist derartig stark, daß die Kulturen nur langsam in die Höhe kommen. Sie verfügen über die zum Schutze des stehen bleibenden Bestandes geforderte Höhe gewöhnlich nicht schon im Zeitpunkt des ersten Schlages, sondern erreichen diesen Entwickelungszustand erst später, nachdem ihnen durch das Vorwärtsschreiten des Hiebes mehr Luft usw. zugeführt worden ist.

Um die Schutzwirkung des Loshiebes zu erhöhen, wohl auch, um letzteren schmal halten oder ihn auch noch in älteren Hölzern anlegen zu können, hat man ferner vorgeschlagen, bei Einlegung des ersten Schlages einige Baumreihen des älteren Bestandes als Schutz für das jüngere Holz stehen zu lassen, aber so weit zu schneiteln (oder auch zu entgipfeln), daß sie vom Sturme weniger leicht geworfen werden können. Der Umständlichkeit des Schneitelns und der auch nach Vornahme dieser Maßnahme immer noch bestehenden großen Wahrscheinlichkeit des Windwurfes wegen kann dem in Abb. 100 dargestellten Vorschlage praktischer Wert nicht zugesprochen werden. Eher kann es sich empfehlen, etwa auf der Loshiebfläche befindliche sturmfeste Holzarten, die sich zum Überhalt eignen (Eiche, Lärche) oder die den Zweck des Loshiebes durch Lieferung von Anflug oder Aufschlag unterstützen, vereinzelt stehen zu lassen.

Die Loshiebe dienen, wie aus den vorstehenden Betrachtungen hervorgeht, der Anbahnung neuer Hiebszüge und stehen namentlich in den Fichtenrevieren des Königreichs Sachsen und des Thüringerwaldes in ausgedehnter Anwendung. In Laubholzwaldungen kommt ihnen nicht die gleiche Bedeutung zu wie in Nadelholzgebieten. Sie sind hier im Sinne *Freys*[1]) entbehrlich, wie überall dort, wo die Sturmgefahr so gering ist, daß sie aus der Zahl der für Ausbildung einer verfeinerten Hiebszugswirtschaft sprechenden Faktoren ausscheidet.

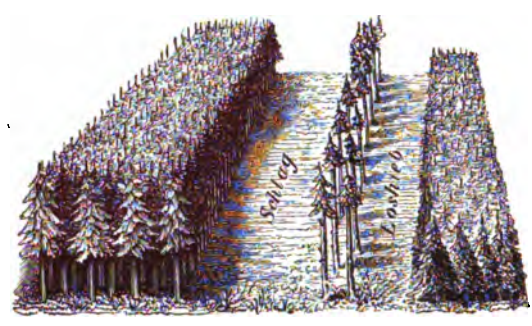


Abb. 100.
Loshieb mit belassenem Altholzrand.

Für Nadelholzwälder und für die aus Nadel- und Laubholz gemischten Wälder kann den Ausführungen *Freys* über Entbehrlichkeit und Unzweckmäßigkeit der Hiebszüge und Loshiebe nicht beigestimmt werden. *Hier überwiegen die Vorteile der Loshiebe deren Nachteile beträchtlich.* Immerhin ist auch hier im Auge zu behalten, daß man sich mit dem Einlegen von Loshieben nicht zu sehr ins Kleine verlieren und daß mit der Zersplitterung nicht zu weit gegangen werden darf. Ohne Verlust geht es bei der Anlage eines Loshiebes meist nicht ab, weil man gewöhnlich einen Teil eines noch nicht hiebsreifen Bestandes opfern muß. In jedem einzelnen Falle ist es deshalb angezeigt, eine Untersuchung darüber anzustellen, bis zu welcher Grenze vom finanziellen Standpunkte aus die Sicherung eines Bestandes durch einen Loshieb gerechtfertigt erscheint. Der Loshieb ist „entbehrlich", möglicherweise sogar „unzweckmäßig", wenn er allein des Sturmschutzes wegen ausgeführt wird und wenn dann der durch ihn bedingte Aufwand die bei seiner Unterlassung im schlimmsten Falle eintretende Schädigung überwiegt.

Es lohnt sich z. B. in vielen Fällen nicht, kleine jüngere, inmitten ausgedehnter älterer Bestände liegende Orte auf die Dauer mitzuschleppen und sie durch umständliche Umhauungen für die Erreichung der normalen Hiebsreife vorzubereiten. Selbst bei größerem Umfang eines jüngeren Ortes ist es, sofern der Altersunterschied ein nicht zu erheblicher ist, vielfach richtiger, den Bestand den an- oder umschließenden älteren Beständen wirtschaftlich zuzuteilen, als ihn durch Loshiebe zweifelhaften Erfolges gegen späteren Sturmschaden zu sichern. Man darf bei aller Anerkennung des Wertes sorgfältig und rechtzeitig ausgeführter Loshiebe nicht vergessen, daß die Aufforstung der schmalen, durch den Loshieb geschaffenen Kahlflächen keineswegs leicht ist, und selbst wenn sie vorschriftsmäßig gelingt, doch schließlich nur schmale Bestandsstreifen liefert, mit denen später nichts Rechtes anzufangen ist.

Sofern das Einlegen von Loshieben an Bestandesrändern, die nach dem Abtrieb des jeweiligen Deckungsbestandes freigestellt werden, infolge früherer Versäumnis gewagt erscheint, kann es unter Umständen vorteilhafter sein, den Loshieb durch einen stark durchforsteten bzw. gelichteten Schutzstreifen zu ersetzen. Man durchforstet in solchem Falle den nach der Windrichtung gelegenen Rand des *stehen bleibenden* Bestandes auf einer Breite von 20—30 m in der Weise, daß man hoffen darf, die Hauptstämme durch allmähliche Wachsraumvergrößerung so gekräftigt zu haben, daß sie nach der 10—20 Jahre später erfolgenden Wegnahme des Deckungsbestandes dem Windangriffe hinreichenden Widerstand entgegenzusetzen vermögen.

---

1) Forstw. Zbl. 1906, 359.

4. Herstellung gerader Schlagfronten.

An den Schlaglinien sind Ecken und Winkel möglichst zu vermeiden, da hervorspringende, nicht gedeckte Ecken erfahrungsgemäß leicht weggebrochen werden und Einbuchtungen, Stufen, Winkel u. dgl. als Windfänge schlimmster Sorte aufzutreten vermögen.

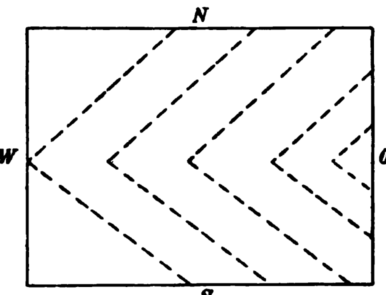


Abb. 101. Gebrochene Schlagfront mit nach Westen vorspringendem Winkel.

Den von Bargmann (a. a. O. 36) erwogenen Weg, die Schlagfront nicht, wie üblich, senkrecht zur Hauptwindrichtung verlaufen zu lassen, sondern gebrochen herzustellen und zwar so, daß sie einen gegen die gefährliche Windrichtung vorspringenden Winkel — am besten einen rechten — bildet (Abb. 101), halten wir in Übereinstimmung mit Bargmann für ohne weiteres ausgeschlossen, sobald rückwärtige Winde zu fürchten sind. Aber auch in Gegenden, wo diese Gefahr nicht besteht, hat das Verfahren, von den Unbequemlichkeiten seiner Durchführung und den Beeinträchtigungen der Holzabbringung ganz abgesehen, Bedenken gegen sich. Der auf den vorspringenden Winkel auftreffende Wind wird zwar zum Teil nach den beiden Seiten abgelenkt. Es steht aber keineswegs fest, daß die Gewalt dieser abgelenkten Windwellen in sich zusammenbricht, wenn letztere den links und rechts auf die gebrochene Front anstoßenden Beständen in die Flanke fallen. Vielmehr darf vermutet werden, daß die schon oben (S. 335 f.) bei Besprechung der Denzinschen Schrägfronten erwähnten, beim Aufbau des ganzen Waldkörpers in Erscheinung tretenden einspringenden Winkel den Wind hier und da ebenso zu fangen und seine Wirkung zu steigern vermögen, wie es die vorgeschlagene Schlagführung gegenüber Winden tun muß, die von rückwärts kommen.

Eine andere hier zu berührende Frage ist die, ob es zweckmäßig ist, eine Schlagfront, deren ursprüngliche Geradlinigkeit infolge von Sturmeinbrüchen verloren gegangen ist, durch Beseitigung der stehen gebliebenen sturmfesten Stämme wieder geradlinig zu machen. Wenn auch angenommen werden kann, daß die ebengenannten Stämme auch bei neuen Sturmangriffen sich als standfest erweisen und als Sturmbrecher gute Dienste leisten werden, so ist doch andererseits mit der Möglichkeit zu rechnen, daß ein neuer Sturm in der gelockerten, unregelmäßig verlaufenden Schlagfront allerhand Gassen und Schluchten vorfindet, in denen er sich fängt und staut und von denen aus er weiter in das Bestandesinnere vordringt als ihm eine gerade, sein Abgleiten befördernde Schlagwand gestattet haben würde. Die notwendige Rücksichtnahme auf den Wiederanbau der Bruchflächen, die Möglichkeit der Geradelegung, die Altersverhältnisse des stehengebliebenen Materiales und andere Gesichtspunkte lassen jedenfalls die Entscheidung der aufgeworfenen Frage von Fall zu Fall richtiger erscheinen als eine generelle Regelung derselben.

III. Direkte Sicherungsmaßregeln.

Wohl von der Erfahrung ausgehend, daß mit Steinknollen (Findlingen) übersäte Böden sturmfeste Bestände auch dann zu tragen pflegen, wenn Holzart, Lage usw. eine nur geringe Windständigkeit erwarten lassen, ist versucht worden, der Ver-

größerung von Windrissen durch **Bewehrung**, d. h. durch Belastung der Wurzeln der stehengebliebenen Stämme mit Steinwällen entgegenzutreten. Der Kosten wegen kann eine solche Sicherung jedoch nur dort in Frage kommen, wo das notwendige Steinmaterial in unmittelbarer Nähe des Bedarfs ohne erheblichen Aufwand gewonnen werden kann.

Der Vater dieses Gedankens ist Forstmstr. H. Reuß jun.[1]) Er ließ derartige Sicherungen auf der Fürstl. Colloredo Mannsfeldschen Domäne Dobřiš (in Böhmen) in älteren wertvollen Fichtenbeständen, welche von leichten Gassenbrüchen heimgesucht worden waren, seit 1872 mit Erfolg ausführen. Sie bestanden in 10—15 m langen, 1 m hohen und 1 m breiten Steinwällen aus Findlingen (Abb. 102, *a*) längs des ganzen Windrisses auf einer dreischichtigen horizontalen Holzrüstung (Abb. 103) und belasteten die der herrschenden Windrichtung entgegenstrebenden Wurzeln aller in der vollen bestockten Windrißfront stehenden Stämme mit stärker entwickelter Baumkrone. Bei den schwachkronigen Stämmen begnügte man sich mit Entgipfelung (Abb. 102, *b*). In welcher Weise die Holzverbrückung zwischen den zu schützenden Stämmen verlaufen soll (teils geradlinig, teils gebrochen) und wie sie an den Enden ineinanderzugreifen hat, um den Belastungsdruck angemessen zu verteilen, geht aus Abb. 104 hervor. Diese Bauten haben sich besonders in den Jahren 1875 und 1876 als zweckmäßig erwiesen. In der Nähe der bewehrten Windrisse kamen zwar noch einzelne Bruchschäden vor, aber an den befestigten Fronten und im unmittelbaren Bereiche ihrer Wirksamkeit hatten die im ganzen fast 2000 m langen Wälle auch nicht in einem Falle ihren Dienst versagt.

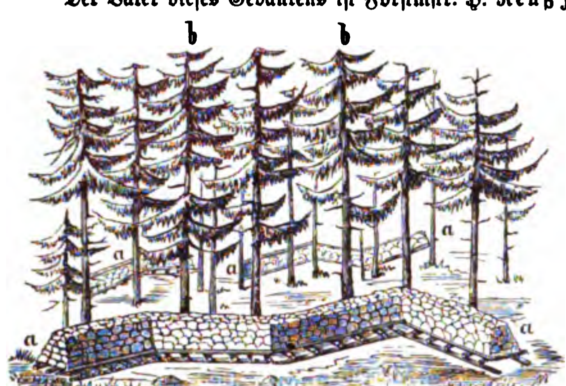


Abb. 102. Bewehrung (nach Reuß).
a Steinwälle längs der Windseite eines Windrisses zur Belastung der Wurzeln. *b* Entwipfelte Randbäume (Fichten).

Zu beachten bleibt nach Reuß bei der Herstellung von Bewehrungen, daß sie sich hauptsächlich auf die herrschenden Stämme zu erstrecken haben und in die einigermaßen normal bestockten Bestandespartien verlegt werden. Je wichtiger die Erhaltung des zu schützenden Bestandesmateriales ist, um so größer muß die Belastung sein; wertvolle Bestände bedingen unter Umständen die Errichtung doppelter Steinwälle. Ebenso muß der Belastungsgrad auf lockeren und zur Vernassung neigenden Böden ein höherer sein. Die Holzroste sind nahe genug an den Stamm heranzulegen, damit stärkere Wurzelteile beschwert werden. Zu starke Hölzer für die unterste Rostung zu verwenden, empfiehlt sich nicht. Die Hölzer sollen sich vielmehr unter der Last durchbiegen und sollen sich den durch die Wurzeln bedingten Bodenunebenheiten anpassen.

Abb. 103. Dreischichtiger, den Steinwall tragender horizontaler Holzrost (Quer- und Obenansicht).

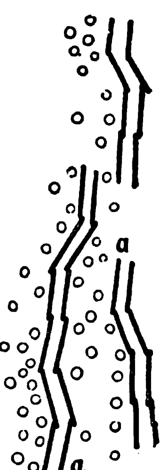


Abb. 104. Unterste Schicht des Holzrostes. Um den Belastungsdruck zu verteilen, werden die Holzstangen m. ihren Enden übereinander gelegt.

Die **Kosten** betrugen im Durchschnitt auf 1 m Steinwall = 24 Kreuzer. Das Belastungsmaterial (grobe Grauwacke) lag allenthalben in der Nähe. Die Dauer des Holzrostes betrug etwa 8—10 Jahre, da die 1872 gelegten Roste bereits 1880 zum Teil verfault waren und erneuert werden mußten.

---

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1881, 445. — B.: das. 1880, 280.

In der genannten Domäne wurden mindestens 20 in den sturmreichen Jahren 1868 bis 1872 entstandenen Windrisse in dieser Weise bewehrt; die Maßregel hat in keinem einzigen Falle versagt.

3. Behandlung der Bruchhölzer.[1])

Bei der Behandlung der Bruchhölzer kommen, um der Holzverschlechterung, Wertsminderung und der Käfergefahr vorzubeugen, folgende Maßregeln in Betracht:

a) Möglichst rasches Aufarbeiten, zumal im Nadelwald, unter Zuhilfenahme aller verfügbaren Arbeitskräfte.

Bei Bedarf, z. B. bei Arbeitermangel oder wenn eine wesentliche Überschreitung des Hiebssatzes infolge Vorliegens großer Bruchmassen zu fürchten ist, kann der sofortige Einschlag der nur geschobenen oder angelehnten Stämme unterbleiben. Ebenso sind in solchen Fällen gebogene und entwipfelte Stämme — letztere, wenn sie noch einen hinreichenden Teil ihrer grünen Beastung besitzen — vor der Hand mit dem Hiebe zu verschonen, bis die dringenderen Arbeiten erledigt sind.

Um bei Flächen- und Gassenwurf die Aufräumungsarbeiten zu erleichtern und deren bisweilen nicht unbeträchtliche Gefährlichkeit zu verringern, empfiehlt es sich, von der Windseite aus zu beginnen und die Arbeit in der Richtung des verderblich gewordenen Sturmes fortschreiten zu lassen.

b) Bei der Aufarbeitung pflegt man gewöhnlich zuerst diejenigen Orte in Angriff zu nehmen, die das wertvollste bzw. das dem Verderben am schnellsten ausgesetzte Material enthalten. Das sind im allgemeinen die älteren Bestände, deren stärkeres Holz bekanntlich fast durchweg das wertvollere ist. Auf Revieren, wo sowohl Kiefern- wie Fichtenbestände gelitten haben, gilt es allermeist als Regel, zunächst die Kiefern des Blauwerdens wegen aufzuarbeiten und zu verwerten.[2]) Einwandfrei ist dieses Verfahren jedoch nur dann, wenn die Aufarbeitung während der Vegetationsruhe erfolgt oder wenn bei Aufarbeitung innerhalb der Saftzeit das Schälen der aufbereiteten Nutzholzsortimente unterbleibt. Wo die Kiefer in der Saftzeit aufbereitet und geschält wird, ist das Blau- und Rissigwerden des Splintes unvermeidlich. Dasselbe gilt in bezug auf das Rissigwerden für die in der Saftzeit aufbereitete und sofort geschälte Fichte.

Um Wertsverlusten durch Blau- bzw. Rissigwerden vorzubeugen, ist es deshalb richtiger, die Starkhölzer in der Saftzeit entweder überhaupt nicht aufzuarbeiten, namentlich dann nicht, wenn es sich um Windwürfe handelt, die sich erfahrungsgemäß am besten halten, oder aber die Aufarbeitung ohne Entrindung vorzunehmen. Es ist andererseits aber selbstverständlich, daß bei drohender Käfergefahr die Rücksichtnahme auf den mit der Entrindung während der Saftzeit verbundenen Wertsverlust nachstehen und das Schälen der Hölzer mit der Aufarbeitnng verbunden werden muß.

In Revieren mit reinlicher Wirtschaft ist wohl der sog. eiserne Bestand an Käfern vorhanden, nicht immer aber ist auch beim Anfall großer Bruch-, also Brut-

---

1) Fleck: Thar. Jhrb. 1878, 150. — Danckelmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 552.

2) Vgl. Verfügung des Preuß. Ministeriums f. Landwirtsch. usw. v. 26. 12. 1904, die Aufarbeitung und Verwertung von Holz bei großem Holzanfall infolge von Waldbeschädigungen betr. — In der General-Verordnung des Sächs. Finanzministeriums v. 27. 4. 1876, die infolge des Schnee- und Windbruches zu ergreifenden Maßregeln betr. ist die gegenteilige Bestimmung getroffen, weil in Sachsen die Fichte hochwertiger zu sein pflegt als die Kiefer.

materialmassen eine derartig bedrohliche Vermehrung zu erwarten, daß schon im ersten Jahre nach dem Bruche mit allen Mitteln der Käferkalamität entgegengearbeitet werden muß. Im kühleren, der Käferentwickelung weniger günstigen Klima bzw. in kühleren Jahren ist es keineswegs unmöglich, die in dem oben empfohlenen Belassen der Rinde sich entgegentretenden Forderungen des Holz- und Insektenschutzes miteinander zu vereinbaren.

Wenn es sich lediglich um geringwertigere Hölzer (Gruben- und Schleifholz) handelt, steht dem sofortigen, gelegentlich der Aufbereitung in der Saftzeit erfolgenden Schälen nicht nur nichts entgegen, es empfiehlt sich vielmehr, um möglichst baldiges Austrocknen und damit eine unter Umständen nicht unwesentliche Verminderung der Transportspesen bei Bahntransport herbeizuführen.

Ob sich Vollschälen (Blankschälen) oder Streifenschälen (Bereppeln, Berappen) mehr empfiehlt, hängt von den Umständen, insbesondere von der Holzart ab. Blankschälen sichert zwar besser gegen Insektenangriffe, begünstigt aber das Reißen und hierdurch das Eindringen der Pilzsporen. Einen Mittelweg bildet Vollschälen mit Belassen des Bastes. Bei Kiefern hat man (1894) mit dem Streifenschälen die besten Erfolge erzielt (geringes Reißen und Blauwerden). Für Fichten hingegen dürfte das Vollschälen — mit Belassen schmaler Rindenringe an beiden Enden und in der Mitte — den Vorzug verdienen. Läßt es sich infolge zu weit vorgeschrittener Austrocknung der Hölzer nicht durchführen, so schützt auch Berappen hinreichend gegen Borkenkäferbefall.

Sofern es nicht möglich ist, in den durch Käferanflug stark bedrohten Bruchorten mit der Aufbereitung der Nutz- und Brennhölzer rechtzeitig durchzukommen, kann es zweckmäßig sein, die volle Aufbereitung vorläufig zurückzustellen und sich zunächst mit Entastung und Entrindung der Bruchhölzer zu begnügen.

Abgesehen von der durch die vorstehenden Erwägungen bedingten Reihenfolge der Aufräumungsarbeiten sind in erster Linie die natürlichen Verjüngungen und alle sonstigen Orte von den Bruchhölzern zu räumen, wo letztere dem Gedeihen von Jungwüchsen hinderlich sind.

c) Aushalten von nur guten und im jeweiligen Marktgebiete eingeführten Bau- und Nutzholzsortimenten.

Um die Arbeit zu beschleunigen, verdient das Aushalten von Stammholz und Stangen Begünstigung. Lassen sich infolge von Schaftbrüchen nur Blöche aushalten, oder liegen die Stämme zu sehr durch und untereinander, daß ihnen nicht anders als mit Zerschnitt beizukommen ist, so empfiehlt es sich immerhin, die Bloche möglichst nur in den marktgängigen Längen auszuhalten. Das nahe liegende Verfahren, die Bloche in solchen Längen auszuhalten, wie sie sich durch die Bruchstellen usw. ergeben, hat gewöhnlich nicht den erwünschten Erfolg, weil sich die Käufer — ganz besonders in Zeiten starken Holzangebotes — gegen ungewohnte Sortimente ablehnend zu verhalten pflegen.

d) Aufrollen der längere Zeit im Walde verbleibenden Bloche usw. auf Unterlagen, um sie gegen die Erdfeuchtigkeit (Verstockung, Verpilzung) zu sichern.

e) Wenn die Verhältnisse es gestatten, Aufbewahrung der vorerst nicht absetzbaren Stämme usw. unter Wasser.

Der unbedingte Wert, den man der Wasserkonservierung beizulegen geneigt ist, kommt nur dort voll zur Geltung, wo das Holz bald nach seiner Herausnahme aus dem Wasser zerschnitten werden kann. Bei längerem Transport oder längerer Lagerung leidet Wasserholz durch Rissig- bzw. Blauwerden mehr als nicht im Wasser aufbewahrtes Holz.

f) Anrücken der Bruchhölzer an die Schneisen und Abfuhrwege oder an etwa vorhandene Waldbahnen.

g) Aufspalten auch der Prügelhölzer und luftiges Aufsetzen aller Brennholz-Sortimente.

h) Roden und Aufarbeiten der Nadelholzstöcke, selbst wenn Verlust hiermit verknüpft sein sollte. Herausgeworfene Laubholzstöcke in Samen- und Lichtschlägen, deren Gewinnungskosten den Erlös übersteigen würden, sind wenigstens zugleich mit den Erdballen in die Stocklöcher zurückzuklappen.

Hierzu wurde 1877 in der königl. preuß. Oberförsterei Elbrighausen (im vormaligen hessischen Hinterland) die gewöhnliche Wagenwinde mit Vorteil angewendet. Nach Mitteilungen des Oberförsters v. d. Malsburg sind in einem Buchenlichtschlage in 51 Arbeitstagen 420 Erdballen zurückgeworfen worden, so daß auf den Tag zu 2 Mk. = 8,23 Ballen entfallen und die Kosten auf das Stück i. D. 24 Pf. betragen haben. Kostenpreis der Winde 45 Mk. An jedem Stocke wurde gleichzeitig mit 2 Winden gearbeitet. Griff eine nicht mehr ein, so wurde sie an einer anderen Stelle wieder neu angesetzt. Von den kleineren und günstiger an einem mäßig steilen Hange gelegenen Ballen wurden auf diese Weise in einem Arbeitstage 11—13 Stück zurückgeworfen; von den großen, an einem steileren Hange gelegenen und fast ganz kopfüber gestürzten Ballen konnten hingegen nur 3—6 in einem Tage bewältigt werden. Bemerkenswert war, daß der Buchenaufschlag auf den Wurfbosen aus 1876 wegen der feuchten Witterung sich vorzüglich gehalten hatte.

i) Einstweiliges Liegenlassen der mit dem Erdballen herausgewulsten Bäume mit vollen Kronen — unter Umständen bis zum nächsten Jahre. Diese Maßregel empfiehlt sich besonders dann, wenn die sofortige Aufarbeitung aller Windbrüche bzw. Windfälle am Arbeitermangel scheitern oder aus sonstigen Gründen nicht möglich sein sollte.

Um bei dem späteren Absägen am Stocke dem Zurückklappen des Ballens bzw. dem hierdurch leicht eintretenden Aufspalten des Stammendes vorzubeugen, muß letzteres oberhalb des Sägeschnittes mit einer in Spannung gehaltenen Kette zusammengehalten werden.[1])

Das Holz solcher Stämme erhält sich fast durchweg noch ein volles Jahr gesund. Die mit dem Boden (wenigstens teilweise) in Verbindung gebliebenen Wurzelballen führen den geworfenen Bäumen noch soviel Wasser zu, daß die Belaubung oder Benadelung nicht ganz vertrocknet. Je umfangreicher die Erdballen sind, desto unbedenklicher ist das Lagern.

Beobachtungen über das Verhalten der mit Wurzelballen belassenen Stämme liegen vor aus den Lehrforsten bei Eberswalde (Danckelmann) an geworfenen Eichen, Buchen, Hornbäumen, Birken, Fichten und besonders an Kiefern, ferner aus der Oberförsterei Zöckeritz (Brecher) an geworfenen Kiefern und Fichten und aus der Oberförsterei Oberems (im Taunus) an Buchen. Letztere, am 12./13. März 1876 geworfen, grünten nicht nur im Sommer 1876, sondern auch noch im Sommer 1877 weiter, trugen sogar im Herbste reichliche Mast.[2])

Nur das Kiefernholz bleibt nicht durchweg gesund, namentlich nicht, wenn Käferbeschädigungen hinzutreten. In den Eberswalder Lehrforsten zeigten (1894) fast alle mit Käfergängen besetzte Stämme blaues Holz, durch Ceratostomella pini (s. S. 192) hervorgerufen. Auch einige Birken zeigten Zersetzungserscheinungen.

k) Rascher Vertrieb aller Bruchhölzer.

Möglichstes Entgegenkommen gegen die Käufer, Gewährung günstiger Verkaufsbedingungen, insbesondere längerer Abfuhrfristen, Kreditieren der Kaufgelder usw. befördern die Verwertung.

Selbstverständlich müssen in Zeiten umfangreicher Sturmschäden alle planmäßigen Hiebe wenigstens bis nach erfolgter Verwertung der Bruchhölzer ausgesetzt werden, um übersehen zu können, ob die auf den Hiebssatz zu nehmenden Rücksichten bzw. die Marktverhältnisse die Ausführung dieses oder jenes Hiebes noch rechtfertigen.

1) May: Ztschr. f. F. u. Jw. 1895, 40. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1894, 324.

4. Behandlung der beschädigten Bestände.[1])

Mit Rücksicht auf die Verschiedenheiten der Standortsverhältnisse, Bruchbeschädigungen, sowie der wirtschaftlichen Bedürfnisse lassen sich spezielle Vorschriften über die zweckmäßigste Behandlung der durch Sturmschäden durchlöcherten und zerrissenen Bestände nicht gut erteilen. Im Nachstehenden sollen nur einige allgemeine Hinweise — unter Zugrundelegung der am häufigsten vorkommenden Fälle — gegeben werden. Wir unterscheiden hierbei nach Baum- und Stangenhölzern.

A. Baumhölzer.

Ältere, durch Windbruch beschädigte Baumhölzer sind, wenn die Hiebsfolge es zuläßt, früher zum Abtriebe zu bringen als es sonst geschehen würde. Diese Regel gilt besonders für solche Bestände, welche über die ganze Fläche hin stark durchbrochen und infolgedessen überall lückig geworden sind. Wenn der Sturm mehr horstweise geschadet hat, so daß nur einzelne Blößen entstanden sind, dann läßt sich der Abtrieb schon eher hinausschieben.

Kleine Bruchblößen (Lücken, Fehlstellen) bleiben unangebaut, da sich die Kulturen hier selten gedeihlich entwickeln. Größere Blößen hingegen sind, um der Bodenverwilderung zu begegnen, baldigst zu kultivieren, insofern nicht etwa auf natürliche Ansamung zu rechnen ist. Hierbei verdient die Pflanzung den Vorzug. Der Verdämmung wegen läßt man längs des Bruchrandes einen etwa 4—6 m breiten Streifen unbebaut.

Zur Bestockung durchbrochener Fichten- und Tannenalthölzer eignen sich am meisten Buche, Hornbaum und Tanne. Ist Wildverbiß zu befürchten, so müssen namentlich die Tannenhorste umgattert werden. Durchbrochene Kiefern- und Lärchenbestände lassen sich auch mit Fichte rekrutieren. Blößig gewordene Buchenalthölzer unterbaut man an den tiefgründigen Stellen mit Eiche, auf gutem, aber steinreichem Boden mit Bergahorn, auf feuchtem Grunde mit Esche, ev. Roterle. Diese Holzarten werden beim Abtrieb übergehalten und später, insoweit sie den jungen Buchenwuchs verdämmen, nach Bedürfnis durchforstet, ev. aufgeastet; sie liefern dereinst wertvolle Starkhölzer. Hat der Bruch nur an den Schlaglinien Löcher gerissen, so sind die nötigen Ausgleichungen hier vorzunehmen.

B. Stangenhölzer.

In Stangenhölzern stößt die Behandlung der Bruchlücken gewöhnlich auf größere Schwierigkeiten. Vorzeitiger Abtrieb der durchbrochenen Orte ist hier nur in seltenen Fällen angezeigt und kommt nur bei sehr starker Beschädigung oder bei geringem Zuwachs in Frage, vorausgesetzt, daß die Hiebsfolge den Abtrieb gestattet und gefährliche Freistellungen benachbarter Bestände hierdurch nicht erfolgen. Zumeist erfordert schon die Rücksicht auf die großen Bruchholzanfälle aus älteren Beständen, daß man Abtriebe durchbrochener Stangenhölzer nur im Notfalle vornimmt.

Es liegt nahe, bei der Kultur der Bruchlücken an raschwüchsige Holzarten: Erle, Kiefer, Weymouthskiefer, Lärche, Fichte usw. zu denken mit der Absicht, daß die Lückenbüßer nacheilen sollen, um seinerzeit mit abgetrieben werden zu können.

---

1) Verhdlgn. d. Harzer Forstv. 1871, 73. — Wittig: Forstw. Zbl. 1903, 352.

Die raschwüchsigen Holzarten sind aber bekanntlich sämtlich lichtbedürftig und eben nur dort raschwüchsig, wo sie das nötige Licht erhalten. Da diese Bedingung auf allen kleinen Lücken nicht erfüllt wird, bedeutet die Verwendung raschwüchsiger Holzarten vielfach nichts anderes als Kulturkostenvergeudung. Richtiger ist es, in solchen Fällen nur für den zweiten Umtrieb zu wirtschaften und dementsprechend Holzarten zur Ausfüllung der größeren Lücken zu verwenden, die den Boden decken, ein hohes Alter erreichen und guten Wertzuwachs haben.

Kleine Löcher bis zur Größe von etwa 1 a bleiben auch hier unangebaut, weil sie sich durch die seitliche Kronenausdehnung in der Regel von selbst wieder schließen. Will man sie des Bodenschutzes wegen ausfüllen, so kommen nur Buche, Hornbaum und Tanne in Betracht. Zur Bestockung größerer Blößen wählt man je nach den Bodenverhältnissen am besten (Heister-)Pflanzung mit Eiche, Esche, Erle, Bergahorn oder Kiefer, Weymouthskiefer, Lärche. Man bleibt mit der Kultur ebenfalls 4—5 m vom Bruchrande entfernt. Im Seitenschatten stehend bringen es die eingebauten — in Wildrevieren unbedingt zu umgatternden — Horste während des laufenden Umtriebes naturgemäß nur zu schlanken Schäften. Vor Abtrieb des umgebenden Bestandes sind sie zeitig an den Rändern freizustellen, zu durchhauen und des Bodens wegen gegebenenfalls mit Buche zu unterbauen.

Vierter Abschnitt.

Schutz gegen Wasserschäden.

Das Wasser kann in Form von Regen, als fließendes Wasser oder als stehendes schaden. Je nachdem die eine oder die andere Art der Einwirkung in Frage kommt, sind die Schäden teils mechanische, teils physiologische.

Die wichtigsten mechanischen Beeinträchtigungen der Waldsubstanz bestehen in Abrutschungen und Abflutungen von Erde, Bodenabbrüchen (Bergstürzen) und Überschwemmungen durch Meteor- und fließendes Wasser. Physiologische Nachteile für das Holzwachstum und den Boden entstehen durch stehendes Wasser, welches den Boden vernäßt und versumpft.

Erstes Kapitel.

Regen.

1. Schaden.

Der schon oben (S. 248) gebrachte allgemeine Hinweis darauf, daß die Ausscheidungen des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes in der Regel Vorgänge darstellen, die für die gesamte Bodenkultur nicht nur nicht schädlich, sondern direkt unentbehrlich sind, gilt für die Ausscheidungen in wässriger Form, Tau und Regen, im besonderen. Während dem Tau aber eine fast absolute Nützlichkeit für die Vegetation innewohnt, sind die Wirkungen des Regens nicht unter allen Umständen wohltätige.

So unbedingt nötig der Regen als Quelle des für den Vegetationsprozeß unerläßlichen Wassers ist und so vorteilhaft regenreiche Jahre für das Gedeihen der forst-

lichen Kulturpflanzen auch zu sein pflegen, so nachteilig vermag der Regen zu werden, sobald er im Übermaß fällt, sei es, daß er lange anhaltend, wenn auch weniger heftig ist, sei es, daß er in der noch gefährlicheren Form starker Platz- oder Schlagregen oder gar als sog. Wolkenbruch herabstürzt. Er schadet dann nicht selten durch Entführen der Laubdecke, Abfluten von Erdkrume, Bloßlegen und Abschwemmen der Holzsamen, Herausspülen junger Pflanzen, Vernässen bzw. Festschlagen des Bodens, Krustenbildung, Zerstören der Wege und Gräben, Lockern der Baumwurzeln, Beeinträchtigung der Fruchtreife, Abschlagen von Baumfrüchten, usw.

Die Folgen dieser Übelstände sind: Verminderung der produktiven Waldbodenfläche, Fehlschlagen der Saaten, Lückigwerden der Pflanzungen, Sauerstoffmangel für die Wurzeln, nicht selten Überschwemmung, Begünstigung des Bruches oder Wurfes der im Wurzelverbande gelockerten Bäume, Ausfall von Samenernten usw.

Unter den äußeren Umständen, von welchen die Größe des Schadens abhängt, sind — abgesehen von der Stärke und Heftigkeit des Regens — hauptsächlich das Holzalter und die Standortsverhältnisse von Bedeutung.

Nur junge Pflanzen mit noch ungenügender Entwicklung ihrer Wurzeln unterliegen der Gefahr, aus dem Boden herausgespült und abgeschwemmt zu werden. In erster Linie sind mithin Keimlinge, junge Samenpflanzen und frisch verschulte oder ins Freie verpflanzte Setzlinge, also Pflanzenerziehungsstätten und Kulturen, gefährdet.

In Pflanzgärten kann außerdem durch Heraus- bzw. Zusammenspülen der Samen, Abschwemmen oder Festschlagen des gelockerten Bodens, Zerreißen der Beete und Wege, hin und wieder auch durch Bildung sogenannter Erdhöschen an den Pflanzen größerer oder geringerer Schaden angerichtet werden. Bei der Höschenbildung handelt es sich um Festhaften der durch die aufschlagenden Regentropfen in die Höhe gespritzten Erdteilchen an den nassen Pflanzen. Es können an diesen auf diese Weise dichte Erdkrusten haften bleiben, die Sämlingen und anderen Kleinpflanzen durch Erschwerung der Atmung nachteilig zu werden vermögen.

Was den Standort anlangt, so sind zumal steile Hänge mit leichtem, lockerem Boden (Sand), wenn sie weder bewaldet noch mit einer schützenden Streudecke bekleidet sind, den genannten Beschädigungen ausgesetzt. Außerdem begünstigt lockerer Boden, welcher durch starke Regengüsse leicht bis auf größere Tiefe erweicht wird, die Lockerung der Baumwurzeln. Aber auch sehr feste Böden (z. B. strenger Ton) leiden durch Schlagregen. Das Wasser schwemmt auf solchen, durch stärkeren Gehalt an sehr fein zerkleinerten Teilchen gekennzeichneten Böden die Feinerde in großen Mengen zusammen und läßt sie nach dem Abdunsten in Form einer dichten, den Luftzutritt zum Boden erschwerenden Kruste zurück.

2. Vorbeugungsmaßregeln.

1. Erhaltung einer angemessenen Bestockung und der natürlichen Streudecke an steileren, der Abflutung ausgesetzten Hängen.

Sind solche Hänge mit Hochwald bestockt, so wird der eben genannte Zweck am besten durch natürliche Verjüngung (Plenterbetrieb) mit vorsichtigem Abtriebe der Mutterbäume erreicht. Noch mehr aber wird der Boden durch niederwaldartige Bestockung geschützt, weil diese weniger belastend wirkt. Bei neuen Aufforstungen ist Pflanzung, vom oberen Berg-

rand ausgehend, der Saat vorzuziehen; letztere hat in horizontal verlaufenden Streifen bzw. Stückrinnen zu erfolgen.

2. Anlage eines Systems von horizontalen **Laubfängen** oder förmlichen **Sickergräben** an trockenen Hängen.

Die **Gräben** erhalten, wie schon früher (S. 288) erwähnt, etwa 20—30 cm Tiefe und werden je nach der Steilheit des Hanges in kleineren oder größeren Abständen voneinander angelegt. Im allgemeinen genügen verschränkt zu stellende Stückgräben von 4—6 m Länge. Sie fangen das bei starkem Regen abfließende Wasser auf und lassen es dem Boden erst nach und nach zukommen, vermehren also seine Feuchtigkeit. Außerdem halten sie das abgewehte Laub, sowie den abgeschwemmten Boden zurück, so daß sie zu Stätten gesteigerter Humusbildung werden. In Buchen- und Eichenalthölzern rollen die Baumfrüchte in die Gräben, wodurch man — unter Umständen — eine gelungene streifenweise Bestockung erhält. Auch die Grabenaufwürfe liefern geeignete Kulturstellen usw.

Sollen die Gräben nur als **Laubfänge** dienen, so macht man sie flacher und bringt sie näher aneinander, als oben angegeben wurde. Schöne Erfolge mit Laubfängen hat namentlich die hessische Oberförsterei Lindenfels aufzuweisen. Die Herstellungskosten der Gräben betrugen hier seiner Zeit nur 0,8—1,0 Pf. für das laufende Meter und wurden aus dem Reinerlöse für die verabfolgte Waldstreu bestritten.

3. An steileren Hängen Unterlassung aller Maßregeln, welche das Lockerwerden des Bodens veranlassen oder begünstigen, wie z. B. Stockrodung, Eintrieb von Weidevieh, Leseholz- und Streunutzung u. dgl.

4. Wenn sich die Anlage von Saat- und Pflanzgärten an stärker geneigten Hängen nicht umgehen läßt, empfiehlt es sich, zur Vermeidung des Abschwemmens und Zerreißens der Beete die betreffende Fläche terrassenartig zu bearbeiten und die Beete horizontal zu legen. Unter Umständen kann es sogar zweckmäßig sein, zwischen den gestaffelt hintereinander gelagerten Beeten einzelne mit ihrer Unkrautdecke bewachsene Streifen unbearbeitet liegen zu lassen. In der Hangrichtung verlaufende Wege sind möglichst zu vermeiden.

Durch Decken der Beete mit Reisig oder Schutzgittern bzw. durch Belegen der Reihenzwischenräume mit irgendwelchem Deckmaterial beugt man sowohl dem Festschlagen des gelockerten Bodens vor wie dem Ab- und Verschwemmen von Boden und Samen und verhindert auch die oben erwähnte Bildung von Erdhöschen an den Pflanzen. Wo diese eingetreten ist und die Erdkrusten nicht von selbst abspringen, hilft man sich durch leichtes Überfahren der Beete mit einer Reisigrute nach dem Eintrocknen der Erdteilchen.

Zweites Kapitel.

Hochwasser.

1. Arten und Ursachen der Hochwässer.

Bei weitem umfangreicher und verhängnisvoller als die durch Regengüsse herbeigeführten Beeinträchtigungen der Waldsubstanz vermögen die Wasserschäden im Walde zu werden, sobald sie mit der Bildung von Hochwasser im Zusammenhang stehen. Sie treten dann entweder auf **räumlich beschränktem** Gebiete als **Wildbachverheerungen** oder auf **ausgedehnteren** Flächen als Folge von **Überschwemmungen** auf und sind vielfach, namentlich im ersteren Falle, nicht so sehr auf die Wasserfluten als vielmehr auf die von diesen mitgeführten Schutt- und Geröllmassen zurückzuführen. Eine scharfe Grenze zwischen den angeführten beiden Gruppen von Hochwasserverheerungen läßt sich um deswillen nicht ziehen, weil in

vielen Fällen auch in kleineren Niederschlagsgebieten die in Wildbächen auftretenden Hochwässer infolge Ablagerung des von ihnen mitgeführten Erdreiches und Gebirgsschuttes Überschwemmungen der Niederungen zur Folge haben.

Die als Wildbäche bezeichneten Gewässer sind charakterisiert durch rasche Entfesselung, Zufuhr großer Wasser- und Geschiebemengen und durch Ablagerung der letzteren an Örtlichkeiten, wo die Überdeckung mit Schotter, Schutt und Gerölle schädlich wirkt.

Nach der Örtlichkeit ihres Vorkommens und ihren damit zusammenhängenden Eigenschaften pflegt man die Wildbäche nach dem Vorschlage Joh. Salzers[1]) in zwei große Gruppe einzuteilen, in die des Hochgebirges und in jene des Berg- und Hügellandes. Bei den Wildbächen der Alpen ist die Geschiebeführung, bei denen der Berg- und Hügelländer die Wasserführung das vorherrschende Kennzeichen.

Das von den Wildbächen mitgeführte Material ist seinem Herkommen nach entweder vorwiegend Verwitterungsprodukt oder entstammt hauptsächlich der erodierenden und unterwühlenden Tätigkeit des Wassers. Das Material der Alpenwildbäche ist im wesentlichen auf die je nach Klima, Höhenlage, Exposition und Beschaffenheit der Vegetationsdecke mehr oder weniger intensive Verwitterung, oft aber auch auf die Unterwühlung hangender Bodenschichten, auf Bergstürze, Steinschläge, Gletscher und Lawinen zurückzuführen. Bei den Wildbächen des Berg- und Hügellandes hingegen ist die Materialführung hauptsächlich Folge von Uferbrüchen und des beständigen unregelmäßigen Wühlens in den Schottermassen der Rinnsale. In Anbetracht des Umstandes, daß sich das Überschwemmungsgebiet der zuletzt genannten Wildbäche vielfach auf wertvolles Kulturgelände erstreckt, wird die erwähnte Materialbeschaffung der Berg- und Hügellandswildbäche leicht bedeutungsvoller und schädlicher als die Fortführung der durch Verwitterung losgelösten und zerbröckelnden Gesteinsmassen seitens der Hochgebirgswildbäche.

Im Niederschlagsgebiet und Verlauf eines Wildbaches lassen sich zwei Gebiete, das der Materialbeschaffung und das der Materialablagerung[2]) unterscheiden. Beide Gebiete pflegen um so schärfer voneinander getrennt zu sein, in je höheren Lagen der einzelne Wildbach sich befindet. Bei den Bächen des Berg- und Hügellandes sind sie weniger scharf getrennt wie bei denen des Hochgebirges, und bei den Niederungsbächen ist es oftmals überhaupt nicht möglich, beide Teile auseinanderzuhalten.

Im Gebiet der Materialbeschaffung werden von den verschiedenen, mit der Einteilung und Gliederung des Wildbachverlaufes sich befassenden Autoren weiter unterschieden: das Sammel-, Aufnahme- oder Einzugsgebiet und der Abfluß- oder Abzugskanal, während das Gebiet der vorwiegenden Materialablagerung zumeist als „Schuttkegel“ bezeichnet wird.

Das der Größe nach von nur wenigen Hektaren bis zu Hunderten von Quadratkilometern schwankende, je nach der Geländebildung bald trichter-, bald mulden- oder mehr talartig geformte Einzugsgebiet liegt im obersten Teile des Wildbaches, im Berg- und Hügellande in der oberen Waldregion, im Hochgebirge in der Weideregion oder noch höher im Gebiete der unproduktiven Felsenpartien, Gletscher und

---

1) Üb. d. Stand der Wildbachverbauungen in Österreich. Vortrag. Wien 1886.

2) Schindler: Die Wildbach- und Flußverbauung nach den Gesetzen der Natur. Zürich 1889.

Schneefelder. Von mehr oder minder steilen, vielfach von Runsen durchfurchten Wänden umschlossen, ist es der Ort der raschen Ansammlung der an seiner Oberfläche herabfließenden Wassermassen und des von diesen in großen Mengen mit fortgerissenen Verwitterungsmateriales. In dem oft schon zum größeren Teile der Waldregion angehörenden, meist steilen Abzugs-(Sammel)Kanal, der „Klamm", fließt das mit mehr oder weniger Geschiebe beladene Wasser durch enge, tief eingeschnittene Runsen, nimmt entweder durch Sohlenvertiefung (Kolkung), nicht selten auch durch Hinzutreten von Seitenbächen, noch mehr Material auf oder führt das aus dem Sammelgebiete mitgenommene Geschiebe ohne wesentliche Vermehrung desselben zu Tale. Sobald das Gefäll sich mindert und das Tal sich erweitert, nimmt auch die Schleppkraft des Wassers ab; es beginnt die Ablagerung, der Schuttkegel, in dem das Bachbett häufig höher liegt als das angrenzende Kulturland. An den Schuttkegel talabwärts schließt sich das Gebiet der reinen Wasserführung. Alle Gebiete zusammen bilden das „Arbeitsfeld (Périmètre) des Wildbaches.

Wie schon angedeutet, ist die vorstehend kurz angeführte Einteilung der Wildbäche und des Wildbachverlaufes nicht für alle Fälle zutreffend. Es ist infolgedessen nicht zulässig, die weiter unten zu erörternden Maßregeln der Wildbachverbauung unter Zugrundelegung der vorgenannten Einteilung allgemein festzulegen. Über Ort und Art dieser Maßregeln ist vielmehr von Fall zu Fall zu entscheiden.

Als Ursachen des Entstehens von Hochwasser kommen in Betracht:

1. Außerordentliche Niederschläge in Gestalt lange andauernder heftiger Regengüsse (sog. Landregen), Wolkenbrüche oder Hagelwetter.

Welche außergewöhnlich große Wassermengen hin und wieder bei langandauerndem ausgiebigen Landregen niederfallen, beweisen die neuzeitlichen Regenmessungen. So fielen 1897 in der Zeit vom 26.—31. Juli im Gebiete der Görlitzer Neiße bei Neuwiese 450 mm. Die Schneekoppe hatte am 30. Juli allein 240 mm Niederschlag.[1]) In Sachsen ergab das Landesmittel am 29./30. Juli 46 mm, am 30./31 47 mm, an beiden Tagen zusammen also 93 mm, d. i. soviel als durchschnittlich während des ganzen Monats Juli zu fallen pflegt. Die gesamte Niederschlagsmenge, die in Sachsen während der beiden Tage 29./31. Juli verdunsten, in den Boden dringen, von den Pflanzen verbraucht, zum größten Teile infolge Sättigung des Erdbodens aber abfließen mußte, betrug 1467 Millionen m^3 = 29340 Millionen Zentner.[2]) — Im Donaugebiete fielen im Verlaufe der 6tägigen Regenperiode vom 26.—31. Juli 1897 12099 Millionen m^3 Wasser, 1899 in einer 7tägigen Regenzeit sogar 15900 Millionen Kubikmeter.[1])

Noch relativ bedeutend größer pflegen die bei Wolkenbrüchen usw. in kurzer Zeit niedergehenden Regenmengen zu sein; 20—60 mm Niederschlag in der Stunde gehört dann keineswegs zu den Seltenheiten.

2. Rasche Schmelze großer, im Winter oder Frühjahr gefallener Schneemengen. Die mit dem Eintritte plötzlichen Tauwetters vielfach verbundenen Eisgänge und Eisstauungen verursachen leicht Überschwemmungen.

3. Fehlende oder unzureichende Regulierung der Wasserläufe, Verwahrlosung der Gerinne, mangelhafte Verbauung der Wildbäche.

4. Fehlerhafte Bewirtschaftung der Gebirgswaldungen, Alpen- und Weideflächen; zu weit gehende Entwaldung der Niederschlagsgebiete; Trockenlegung von Hochmooren, Durchführung großer Entwässerungen und Entsumpfungen im Gebirge.

1) Wang: Grundriß d. Wildbachverbauung. I. Tl. 142. — 2) Bericht d. Sächs. Forstvereins 1898, 31.

Die lange Zeit weitverbreitete Meinung, daß alle Hochwasserkatastrophen hauptsächlich eine Folge zu weit getriebener Entwaldungen seien, ist nur zum Teil begründet. Erfahrungsgemäß kommen Überschwemmungen auch im bestbewaldeten Gelände und in Gebieten mit höchster Forstkultur vor. Die hieraus abzuleitende Tatsache, daß der Wald Überschwemmungen nicht zu verhindern vermag, wird auch durch die Untersuchungen über Aufnahme und Verbrauch der Niederschläge im bewaldeten und waldlosen Gelände nicht aus der Welt geschafft, selbst wenn diese Untersuchungen erkennen lassen, daß im bewaldeten Gelände nur etwa die Hälfte der Niederschläge zum Abfluß kommt, während die andere Hälfte von den Baumkronen und vom Waldboden zurückgehalten wird und zur Verdunstung gelangt. Trotzdem ist die vorstehend angedeutete Wertschätzung des Waldbestandes als wirksames Schutzmittel gegen Hochwasserschäden durchaus nicht fehlerhaft und namentlich dort angebracht, wo es sich um Schutz gegen Wildbachverheerungen handelt. Die große Bedeutung, die man der Waldbestockung und Waldbehandlung im Niederschlags- und Entstehungsgebiet der Wildbäche beimißt, wird zur Genüge durch den Umstand erklärt, daß der Wald mehr als andere Kulturarten den Abfluß des Wassers, sowie das Abschmelzen der abgelagerten Schneemassen verlangsamt, daß er ferner den Boden mit seinen Wurzeln festhält und ihn vor Abschwemmung schützt. Hierdurch vermindert er die Geschiebeführung und bewahrt Wasserläufe und Täler vor Verschotterung, ein Vorteil, der dem Walde im Sammelgebiete der Wildbäche einen unschätzbaren Wert verleiht.

2. Schaden.

Wie schon oben erwähnt, sind die Hochwasserschäden im Walde überwiegend mechanische und werden in dieser hauptsächlich auf den Waldboden sich erstreckenden Form sowohl von Wildbächen wie von Überschwemmungen hervorgerufen. Die weniger ins Gewicht fallenden physiologischen Schäden sind fast ausschließlich Folge von Überschwemmungen.

Im einzelnen handelt es sich bei den Schäden durch Wildbäche in erster Linie um Erdabrutschungen und um Bodenabbrüche, die sich in äußersten Fällen bis zum Abrutschen ganzer Hänge, zu sog. Bergfällen oder Bergstürzen steigern können. Diese im Hochgebirge weit häufiger als im Berg- und Hügellande sich ereignenden Vorkommnisse sind im wesentlichen auf die erodierende Kraft von Tagwässern, hin und wieder aber auch auf die Unterwühlung hangender Bodenschichten durch Sicker- und Quellwässer zurückzuführen.

Im letzteren, im allgemeinen weniger häufigen Falle liegen gewöhnlich zwei Bodenschichten verschiedener Durchlässigkeit übereinander. Auf einer mehr oder weniger wasserundurchlässigen Schicht, der „liegenden", lagert eine mehr oder minder wasserdurchlässige von geringerer Mächtigkeit, die „hangende". Das in diese einsickernde Oberflächenwasser vermehrt unter gleichzeitiger Verminderung des Zusammenhanges der Bodenteilchen Gewicht und Volumen der oberen Schicht und bewirkt deren Abrutschen gemeinhin um so schneller, je größer der Neigungswinkel der Schichten ist und je mehr es dem bis zur liegenden Schicht eingedrungenen und hier abwärts gleitenden oder auch stagnierenden Wasser gelingt, den Zusammenhang beider Schichten zu lockern.

Im Hochgebirge pflegen Abrutschungen und Abbrüche des Bodens zumeist Wirkungen größerer, mit teilweis außerordentlich großer Kraftentwicklung zu Tale schießender Wassermassen, der oben genannten Wildbäche zu sein. Die Bodenabbrüche entstehen teils infolge fortschreitender Sohlenerosion, d. h. infolge fortgesetzter Vertiefung der Rinnsale, teils durch seitliche Angriffe auf die Ufer, durch Unterwaschungen und Unterspülungen der Lehnenfüße. Derartige seitliche Erosionen sind entweder

Folge von Verwerfungen oder sind — besonders an scharfen Krümmungen — als Wirkung des Wasseranpralles zu beobachten und zwar um so stärker, je leichter zerstörbar das Gestein ist.

Die gewöhnlichen Nachteile aller solcher Absitzungen und Abbrüche des Bodens bestehen in: Verminderung der produktiven Holzbodenfläche, Überschüttung der Kulturen und Beschädigung oder gar Vernichtung forstlicher Betriebs- und Sicherungsanstalten.

Durch das häufig sich fortpflanzende Abreißen und Abrutschen von Erd- und Geschiebemassen entstehen an den Hängen Hohlrisse (Runsen), welche durch die Tagwasser ständig erweitert werden; in den Talgewässern sind Erhöhungen, Verstopfungen, Verlegungen der Flußrinnen, Stauungen im Wasserlaufe und Überschwemmungen die mehr oder weniger unausbleibliche Folge der Materialfortführung. An anderen Stellen werden Wege und Straßen versperrt, Grenzzeichen aus ihren Standorten verrückt, Gräben verschüttet und sonstige Nachteile verursacht.

Alle diese schädlichen Folgen sind um so größer, je steiler der Hang, je zerklüfteter das Terrain, je verwitterter, lockerer und nackter der Boden und je belastender der womöglich noch flachwurzelnde Baumwuchs ist. Die durch Sicker- und Quellwasser zum Bruche neigenden Örtlichkeiten verraten sich dem aufmerksamen Blick in nassen Jahren meist schon vorher durch Rißbildungen und kleine Ablösungen von Erdkrume.

Einen im allgemeinen weniger unheilvollen Einfluß auf die Bodenvegetation pflegen Überschwemmungen auszuüben. Hochgradige Nachteile für die ziemlich widerstandsfähigen Holzpflanzen bringen sie zumeist erst dann mit sich, wenn es sich um lange Zeit anhaltende Überstauungen der Bodenoberfläche während der Vegetationszeit handelt. Sobald mechanische, in Entführung der Streudecke und des Humus, Zusammenschwemmen der Erde usw. bestehende, auf den Wellendruck zurückzuführende Schädigungen nicht damit verbunden sind, können kürzere Zeit andauernde Überflutungen sogar von wohltätiger Wirkung sein und zu direkt nützlichen Vorgängen werden. Der Nutzen besteht in der Ablagerung erheblicher Schlammmassen[1]), in Vermehrung des Grundwassers und in Vertilgung schädlicher Tiere (Kaninchen, Mäuse, Engerlinge und anderer im Boden lebender Insekten).

Der Flußschlamm[2]) enthält nicht nur höchst wertvolle mineralische Nährsalze, sondern bietet auch die Alkalien in fein verteiltem und daher den Pflanzen leicht zugänglichem Zustande. Hierauf beruht seine Verwendung als Dungmittel, zumal auf kalkarmen Böden. Die auf dem überschwemmten Gelände zurückbleibende Schlammhöhe hängt naturgemäß von der Herkunft des Wassers und der geognostischen Beschaffenheit des Niederschlagsgebietes ab, steht aber im allgemeinen in ziemlich genauem Verhältnisse zur Wasserhöhe.

Die durch Überschwemmungen bewirkte Erhöhung des Grundwasserstandes kommt besonders in trockenen Jahren und namentlich auch dort zur Geltung, wo in Auewaldungen infolge von Flußkorrektionen Senkungen des Grundwasserspiegels und damit Störungen (Gipfeldürre) in der Entwicklung der in ihrem Wasserhaushalt beeinträchtigten Holzarten herbeigeführt worden sind.

Wesentlich anders geartet sind die Folgen langandauernder Überschwemmungen. Neben Erkältung, Vernässung, mitunter sogar Versumpfung des Bodens, Störungen des Kultur- und Fällungsbetriebes, Beschädigungen der Brücken, Ufer-

1) Rebmann: Allg. F. u. J.-Ztg. 1896, 289. — 2) Schulze, E.: Ztschr. f. d. landw. Vereine des Großh. Hessen 1872, 425.

bauten und Triftwerke, Beeinträchtigungen der Gras- und Streunutzung, sowie des Wildstandes (Rehwild, Fasanen) machen sich dann im Gefolge sommerlicher Hochwässer leicht höchst unangenehme physiologische Schädigungen der Waldvegetation bemerkbar.

Zunächst erstrecken sich diese Schädigungen auf die überstauten Pflanzgärten und auf die jüngsten Stockausschläge. Wie der Pflanzenbestand der ersteren pflegen Loden, sobald sie längere Zeit vom Wasser überstaut waren, durch Ersticken mehr oder weniger rettungslos zugrunde zu gehen. Aber auch ältere und alte Bäume sind, wie namentlich die im Jahre 1910 in den überschwemmten Pfälzer-Rheinauen gesammelten Erfahrungen beweisen[1]), keineswegs geschützt, sondern leiden je nach der Holzart in mehr oder weniger hohem Maße.

Infolge des mit der Hauptvegetationstätigkeit zusammenfallenden und außergewöhnlich (4 Monate) anhaltenden Hochwassers starb in den betroffenen bayrischen Staatswaldungen (Rev. Germersheim, Sondernheim, Speyer usw.) die Stammbasis selbst älterer 60—70jähriger Eschen, Buchen, Ahorne, Kirschen und einzelner Schwarzerlenstangen ab, während die in der Erde versenkten Wurzeln sich vielfach noch lebend erhielten. Soweit der Stamm im Wasser gestanden hatte, bräunte sich die Rinde bis zum Holze und löste sich unter Nectria-Befall los. Jüngere Eschen- und Buchenstangen zeigten vielfach nicht im ganzen Umfange der Stammbasis, sondern nur an $^1/_8$ oder $^1/_4$ des Umfanges oder auch nur an der Oberseite des Wurzelanlaufes tote Rinde. Alle auf diese Weise in stärkerem Maße beschädigten Stangen und Stämme starben ab und mußten eingeschlagen werden. Im Gegensatz hierzu erwiesen sich Eiche, Ulme, Kiefer, Pappel, Weide, hier und da auch Robinie und Hornbaum als wasserhart und litten ebensowenig wie die verschiedenen Strauch- und Dorngewächse.

Das physiologisch ganz verschiedene Verhalten der vorstehend genannten beiden Holzartengruppen findet seine Erklärung zweifellos in der Verschiedenartigkeit ihrer Rinde. Über die tiefere Ursache des Absterbens sind die Meinungen aber geteilte. Während Weinkauff den Tod der basalen Rindenpartien mit Absterben des Cambiums infolge starker Erwärmung des Stauwassers, also mit hohen Wassertemperaturen in Zusammenhang bringt, führt v. Tubeuf die Erkrankung der erstgenannten glattrindigen Bäume auf lokales Ersticken der oberirdischen basalen Stammteile infolge Abschlusses der Lenticellen durch das Wasser und Verhinderung der Sauerstoffaufnahme, also auf Sauerstoffmangel zurück. Daß die Holzarten mit borkiger Stammbasis nicht oder doch nicht in dem Maße litten wie die glattrindigen Hölzer, erklärt dieser Autor damit, daß bei den ersteren den in der Tiefe von Borkenrissen stehenden Lenticellen die Luft nicht so leicht vom Wasser abgeschnitten, vielleicht auch in den Kanälen der Borkenrisse von außen zugeführt werden konnte. Die von Weinkauff geltend gemachte stärkere Erwärmung der glattrindigen Bäume durch das Überflutungswasser ist auch bei dieser Erklärung ebenso wie die durch Besonnung gesteigerte Cambialtätigkeit dieser Holzarten nicht ganz belanglos, weil bei höherer Temperatur bzw. intensiverer Cambialtätigkeit der Sauerstoffmangel für die lebenden Zellen schädlicher wird.

Während der Vegetationsruhe ist die Widerstandsfähigkeit fast sämtlicher Holz-

1) Vill: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1911, 193. — das. 1911, 198. — v. Tubeuf: das. 1912, 1 u. 296. — Weinkauff: das. 1912, 294. — Eßlinger: D. Forst-Ztg. 1911, 835. — Vgl. hierzu die weiterhin mit Hochwasserschäden im Walde sich befassende Literatur: Fabricius: Allg. F. u. J.-Ztg. 1879, 84. — Gümbel: das. 1883, 109. — Joseph: das. 1883, 163. — Rebmann: das. 1896, 360 u. 381. — Anderlind: das. 1900, 343. — Hamm: Forstw. Zbl. 1888, 601. — Bernfus: Zbl. f. d. ges. Fw. 1895, 105, 147. — Pollak: das. 1896, 295, 354, 523. — Lommatzsch: Thar. Jhrb. 1892, 327. — Brecher: Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 287.

arten gegen das Unterwassersetzen größer als im Frühjahr oder gar im Sommer. Nur die Esche ist auch gegenüber länger dauerndem Winterwasser empfindlich. Überflutungen durch fließendes, frischer bleibendes Wasser sind weniger schädlich als solche durch Stauwasser.

3. Vorbeugungsmaßregeln.[1])

Die Privattätigkeit reicht nicht aus, um den Hochwasserverheerungen erfolgreich vorzubeugen und deren Schäden zu mildern. Staatsbeihilfe ist auf diesem Gebiete unerläßlich, schon deshalb, weil die notwendigen Vorkehrungen und Sicherungsanstalten ohne Rücksicht auf die Eigentumszugehörigkeit der Grundstücke, auf welchen sie zu treffen und zu errichten sind, behufs wirksamer gegenseitiger Unterstützung in einen planmäßigen Zusammenhang gebracht werden müssen, und ferner, weil sie großartige Mittel beanspruchen.

Als Hauptschutzmaßregeln sind folgende namhaft zu machen:

I. Verbauung der Wildbäche im Aufnahmegebiet.

Die bei der Wildbachverbauung zur Verfügung stehenden Hilfsmittel sind teils kultureller und wirtschaftlicher, teils bautechnischer Natur und stehen bei ihrer Anwendung in räumlicher und zeitlicher Hinsicht zumeist in einem innigen Zusammenhange.

A. Kulturelle und wirtschaftliche Maßregeln.

Die beste Sicherung gegen Hochwasserschäden liegt in möglichster Schonung und sorgfältiger Bewirtschaftung der Bodenvegetation, insbesondere der Waldungen im Sammelgebiete der Gewässer. Die an der oberen Waldgrenze und an gefährdeten Örtlichkeiten stockenden Waldungen gehören in die Klasse der Schutzwälder und sind als solche den durch die Forstgesetzgebung vorgesehenen Einschränkungen, dem Rodungsverbot, dem Aufforstungszwang und den sonstigen, die besondere Bewirtschaftung solcher Waldungen regelnden Bestimmungen zu unterwerfen.

Die hohe Bedeutung des Waldes für den Wasserhaushalt der Gebirgsrinnsale ist schon von Alexander Surell[2]) 1841 in den nachstehenden Sätzen zusammengefaßt worden:

„Die Bedeckung des Gebirgsbodens mit gut gepflegtem Walde verhindert die Bildung von Wildbächen, während die Entwaldung den Boden den Wildbächen ausliefert.

---

1) Da es über den Rahmen des „Forstschutzes" hinausgehen würde, die umfangreichen, namentlich auf dem Gebiete der Wildbachverbauung zu einem wichtigen Sonderzweige der Kulturtechnik gewordenen Schutzmaßregeln ausführlich zu erörtern, so sollen diese nur im allgemeinen und in kurzer, dem verfügbaren Raum angepaßter Form Erwähnung finden. Der Zweck der nachstehenden Ausführungen besteht darin, dem mit der Bekämpfung der Hochwasserschäden vielfach betrauten Forstmann einen knappen Überblick über die Grundlinien des Kampfes zu bieten. Die Durchführung des Kampfes setzt das Studium der reichen Spezialliteratur bzw. eines Lehrbuches von der Gründlichkeit und Erfahrung des „Grundriß der Wildbachverbauung" von Ferdinand Wang, I. u. II. Tl., Leipzig 1901/03, notwendigerweise voraus.

2) Étude sur les torrents des Hautes-Alpes. Paris.

Durch Ausdehnung und Neuanlage von Wäldern wird das Erlöschen der Wildbäche angebahnt, während das Verschwinden des Waldes und seiner Bodendecke die Heftigkeit der Wildbäche verdoppelt und sie sogar von neuem hervorzurufen vermag."

Die waldbaulichen Maßregeln, welche bei der Bewirtschaftung und Pflege der vorhandenen bzw. bei der Schaffung neuer im Gebiet der Materialbeschaffung von Wildwässern liegender Waldungen beobachtet werden müssen, sind, kurz angedeutet, folgende:

1. Der vorhandene Wald ist als Plenterwald bzw. nach den Regeln des Plenterschlag- oder Saumschlagbetriebes zu behandeln. Der Kahlschlagbetrieb ist dort, wo erhöhter Bodenschutz und möglichste Verminderung des Wasserabflusses anzustreben ist, zu vermeiden und als letztes Hilfsmittel nur dann angezeigt, wenn die mit Schirmstand arbeitenden Betriebsarten versagen.[1])

2. Möglichste Einschränkung oder besser gänzliche Unterlassung der namentlich im Kleinwaldbesitz gebräuchlichen schädlichen Nebennutzungen und zwar der Viehweide, der Nutzung von Boden- und Schneitelstreu usw.

3. Vermeidung der Baum- und Stockrodung an allen Stellen, wo Bodenabsitzungen zu befürchten sind; Schonung des Bodens beim Abbringen der Hölzer.

4. Unterlassung der Entwässerung und des Austrocknens der Gebirgsmoore und Filze in der Nähe der Baumgrenze.

Die bisher geltende Anschauung, daß die Moore große Sammelbecken für die Niederschlagswässer und für die Wasserversorgung der Quellen und Flußläufe in Trockenperioden von einschneidender Bedeutung seien, wird in der heutigen Zeit allerdings nicht mehr allgemein geteilt. H. Schreiber[2]) und Kautz[3]) stehen vielmehr auf einem vollständig entgegengesetzten Standpunkt und betrachten die Moore nicht nur nicht als Wasserregulatoren, sondern als Vegetationsformationen, die das Übel vergrößern, weil sie in Trockenzeiten kein Wasser abgeben, bei starken Niederschlägen aber infolge ihrer ständigen Sättigung mit Wasser den größten Teil der Niederschläge schnell oberflächlich abfließen lassen. Kautz bezichtigt die unangeschnittenen Hochmoore auf Grund seiner Beobachtungen direkt der Beschleunigung und Verschärfung der Hochwassergefahr und hält eine Regelung der Wasserstandsverhältnisse im vermoorten Waldboden sowohl im Interesse der Forstwirtschaft wie auch der Wasserwirtschaft für geboten.

5. Neuschaffung von Wald in gefährdeten Teilen der Niederschlagsgebiete der Wildbäche.[4]) Es kommt hierbei nicht so sehr auf die Ausdehnung des Waldes als vielmehr darauf an, daß diejenigen Örtlichkeiten der Waldkultur zugeführt werden, die der Beruhigung und Bindung durch eine Pflanzendecke in erster Linie bedürftig sind. Hierzu gehören lockere, zu Abbrüchen und Rutschungen neigende Böden, zumal an kahlen Steilhängen, in Runsen und Rinnsalen, ferner auf Verlandungen, Schotter- und Sandflächen, Schuttkegeln und Schutthalden.

Infolge der Ungunst des Standortes, der kurzen, nur von Ende Mai oder Anfang Juni bis Mitte oder Ende September dauernden Vegetationszeit, schroffer Temperaturwechsel, häufiger Spät- und Frühfröste, sowie der Einwirkung rauher, heftiger Winde und hoher, die Pflanzen niederdrückender Schneeschichten sind die

1) Fankhauser: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1900, 148. — 2) Österr. Moorzeitschrift 1902, 114 und 130. — 3) Ztschr. f. F. u. Jw. 1906, 668. — Ders.: Schutzwald. Berlin 1912, 28. — 4) Vgl. hierzu die Abhandlungen in der Schweiz. Ztschr. f. Fw. von Marti: 1882, 129; Zürcher: 1894, 141; Fankhauser: 1896, 9 u. 54; 1897, 281; 1900, 33 u. 216; 1902, 140; 1904, 182 u. 212; Düggelin: 1903, 265 u. 297; Briot: 1905, 169; Kathriner: 1908, 208.

Aufforstungen im Hochgebirge mit großen Schwierigkeiten verbunden und sind oftmals erst nach bzw. unter Voraussetzung gleichzeitiger Ausführung der weiter unten erwähnten Verbauungen und Befestigungen der losen Geschiebe und Murgänge möglich.

Bei der Wahl von Holz- und Betriebsart hat, soweit es sich nicht um Lawinenstriche handelt, die die Anzucht kräftiger, widerstandsfähiger Nadelholzbestände (Zirbe, Bergkiefer, Lärche, Fichte) erfordern, im allgemeinen der Grundsatz zu gelten, Holzarten einzuführen, welche den Boden rasch binden, ausschlagfähig sind und keinen durch die Schwere der oberirdischen Holzmasse die Bewegungstendenz des Bodens fördernden Baumwuchs liefern. Diesen Anforderungen entsprechen am besten Laubhölzer, vor allen die Erlen, Weiden, Pappeln und allerhand Straucharten, sowie ihre Erziehung in Stockschlagbetrieb. Nadelhölzer, in den alpinen Lagen vornehmlich die Legföhre (P. pumilio), kommen erst in zweiter Reihe in Betracht.

Als Kulturmethode bedient man sich fast ausschließlich der Pflanzung und verwendet bei der Herstellung oder Ausbesserung von Ausschlagwäldern mit Vorteil Stecklinge, in feuchten, nassen Verlandungen usw. wohl auch Setzreiser und Setzstangen. Auf beruhigten, berasten oder durch Lehnenversicherungen befestigten Böden werden die Weiden-, Pappel- und Erlenstecklinge ohne weitere Vorbereitung in 60—80 cm Entfernung voneinander senkrecht und tief genug in den Boden einzeln eingesteckt. An steilen Hängen hingegen werden sie zwecks Bildung lebender Hecken zu mehreren in Furchen oder auf schmalen, treppenartig übereinander liegenden Fußsteigen („Banquettes“) eingepflanzt. Bei dem zuletztgenannten, namentlich in Frankreich gebräuchlichen Verfahren, der Hecken- oder Cordonpflanzung, kommen an Stelle von Stecklingen auch 2—4jährige bewurzelte Pflanzen von Weiß- und Bergerle, Robinie, Hasel, Hundsrose und anderen Sträuchern, bei Bergerle hin und wieder auch Stummelpflanzen zur Verwendung. Bei Anwendung der Lochpflanzung auf minder steilem und weniger brüchigem Gelände tut man gut, die Pflanzen in Gruppen von 2—4 Individuen auszupflanzen.

Die allgemeine Erfahrung, daß der Kulturerfolg von der Güte des verwendeten Pflanzenmateriales, von der Behandlung desselben vor und beim Einsetzen und von der Kulturausführung wesentlich beeinflußt wird, gilt für die Pflanzungen im Hochgebirge in besonderem Maße. Bei der Erziehung der benötigten Pflanzen ist namentlich der Umstand zu beachten, daß in den Hochlagen der Witterungsunbilden (Schneedruck) und der Arbeitsverteuerung wegen höchstens Saat-, nicht aber Pflanzkämpe angelegt werden können. Die verwendeten Schulpflanzen müssen mithin in tieferen Lagen erzogen werden und treiben hier im Frühjahr schon an, wenn in den Höhen noch Schnee liegt. Die der Herbstkultur im allgemeinen vorzuziehende Frühjahrspflanzung setzt deshalb voraus, daß die Pflanzen rechtzeitig vor dem Antreiben ausgehoben, auf die Kulturstelle gebracht und hier gut eingeschlagen werden. Herbstkulturen empfehlen sich aus dem vorerwähnten Grunde für Lärche und sind unter Umständen — bei Mangel an Arbeitskräften im Frühjahr — auch für Zirben- und Laubholzkulturen von Vorteil.

An Stelle der Pflanzung die Saat anzuwenden, ist nach den vorliegenden Erfahrungen bei Hochgebirgsaufforstungen nicht ratsam. Sie verdient nur bei Aufforstung verrutschter Partien und ferner bei solchen Holzarten Beachtung, die sich infolge schwierigerer Anzucht in Pflanzgärten besser zur Aussaat eignen (Birke, Robinie).

Der Aufforstung im engeren Sinne, d. h. dem Auspflanzen bzw. Ansäen von Holzpflanzen müssen neben bautechnischen Sicherungsmaßnahmen vielfach vorbereitende Arbeiten in Gestalt von Berasungen zur Beruhigung kahler, zum Abbruch neigender Böden oder von Entwässerungen nasser Flächen vorangehen. Um ungebundene Böden so rasch als möglich oberflächlich zu befestigen, werden je nach Lage und Beschaffenheit der Örtlichkeit bodenbindende Gewächse, teils Gräser und Scheingräser (Poa-, Festuca-, Calamagrostis-, Luzula-, Carex-Arten), teils Schmetterlingsblütler (Onobrychis sativa, Anthyllis vulneraria, Lathyrus silvestris, Medicago-, Trifolium-Arten, Spartium scoparium) nach leichter Auflockerung des Bodens rein oder besser in Mischung ausgesät. Aus gleichem Grunde, nicht minder auch des wertvollen Schutzes wegen, den sie den jungen Holzpflanzen gewähren, sind Forstunkräuter aller Art, soweit sie nicht in dichten, luftabschließenden und bodenver-

filzenden Überzügen auftreten, sorgfältig zu erhalten. Besonders gefährdete und solche Stellen, auf denen die Berasung fehlschlägt, werden, sofern ihre Versicherung unbedingt geboten erscheint, am besten mit Rasenplaggen belegt. Auch dort, wo das nicht möglich ist, empfiehlt es sich, die Aussaat gegen die Einwirkungen von Wind und Sonne, sowie gegen etwaige Bodenarmut durch Bedecken des Bodens mit angepflöckten Nadelholzästen zu schützen. Es ist weiterhin selbstverständlich, daß schädliche Einflüsse anderer Art, wie Weidegang und Viehtritt, von den angesäten Flächen ferngehalten werden müssen.

Sobald es sich um Aufforstung nasser, rutschiger Stellen handelt, muß der Bepflanzung eine hinreichende Entwässerung durch Sickerdohlen oder — bei festem, unbeweglichem Boden — mittels offener Gräben ein oder besser zwei Jahre vorausgehen.

Noch größere Bedeutung als in ihrer Eigenschaft als Vorarbeiterin und Mithelferin bei der Schaffung eines Waldgürtels an der Waldgrenze kommt der Berasung in den über dieser Grenze gelegenen Gebirgsgründen zu. In diesen dem Walde unzugänglichen Teilen hat die niedere Bodenvegetation die Aufgabe zu übernehmen, die Auswaschung des Bodens und die Geschiebebildung zu verhindern. Daraus ergibt sich ohne weiteres die Verpflichtung, die Vegetationsdecke der dem Weidegange dienenden Hochlagen sorgfältig zu pflegen und allen den Boden bindenden Gewächsen bis in die höchsten Lagen hinein freien Eingang zu verschaffen.

B. Bautechnische Maßregeln.

Neben der Herstellung besserer kultureller Verhältnisse im Niederschlagsgebiete der Wildwässer ist, wie schon erwähnt wurde, die Durchführung bautechnischer Maßnahmen zur Verhinderung der Materialerzeugung, Verlangsamung des Wasserlaufes und zur Zurückhaltung der durch das Wasser in Bewegung gebrachten Erd-, Geröll- und Schuttmassen zumeist unerläßlich. Alle diese Maßnahmen sind oftmals nur Vorbeugungsmaßnahmen von mehr oder weniger beschränkter Wirksamkeit; sie sind jedoch nicht zu umgehen und haben ihren Zweck erfüllt, wenn mit ihrer Hilfe Zeit und Möglichkeit gewonnen werden, eine die Gefahr endgültig behebende Vegetationsdecke zu schaffen. Je schwieriger das letztere ist, um so solider müssen die hier zu nennenden Arbeiten ausgeführt werden, und um so wichtiger ist ihre fortgesetzte Unterhaltung. Dieser Punkt verdient erhöhte Beachtung, da es angesichts der in der Regel schwierigen Transportverhältnisse und der dadurch bedingten Kostenvermehrung nahe liegt, die notwendigen baulichen Vorkehrungen so einfach wie möglich und unter Zuhilfenahme der an Ort und Stelle sich darbietenden Baumaterialien auszuführen.

Der Erfolg der Verbauungsarbeiten hängt aber nicht allein von der mehr oder weniger sorgfältigen Bauausführung und der Güte und Haltbarkeit des Baumateriales, sondern wesentlich auch davon ab, ob es sich bei der Zurückhaltung des von den Wildbächen mitgeführten Geschiebes vorwiegend um Verwitterungsprodukte handelt oder vorwiegend um Geröll- und Schuttmaterial, das durch die unterwühlende und erodierende Tätigkeit des Wassers erzeugt wurde. Im ersteren Falle vermag die Verbauung ihren Zweck nur dann zu erreichen, wenn durch Berasung oder Aufforstung eine Vegetationsdecke geschaffen und auf diese Weise dem Fortschreiten der Verwitterung Einhalt getan werden kann. Da diese Bedingung zum mindesten in den über der Vegetationsgrenze liegenden Gebieten nicht erfüllbar ist, so können die dem Kalkgebirge entstammenden Wildbäche der Schutthalden und die Gletscherbäche niemals ganz zum Erlöschen gebracht werden.

Ungleich größer ist die Wirksamkeit der bautechnischen Sicherungsmaßnahmen in den vorherrschend erodierenden und unterwühlenden Wildbächen. Hier, wo sich

das Wasser mit dem durch Sohlenerosion oder durch Unterwaschung der Lehnenfüße in Bewegung gebrachten Material beladet oder wo es das bereits in den Rinnsalen liegende Erosions- oder Verwitterungsmaterial weitertransportiert, liegen wirksame Abstellungsmaßregeln nicht außerhalb des Bereiches menschlicher Tätigkeit. Das Ziel derselben muß, wie aus den Entstehungsursachen des Geschiebes hervorgeht, darauf gerichtet sein, sowohl die Stoß- und Schleppkraft des Wassers durch Verminderung seiner Abflußgeschwindigkeit zu schwächen, wie auch die Widerstandsfähigkeit der Talsohle und die der Ufer und Taleinhänge zu erhöhen.

Unter sonst gleichen Verhältnissen ist für die Kraft des abfließenden Wassers die Sohlenneigung seines Rinnsales maßgebend. Deshalb muß in den durch Erosion gefährdeten Wasserläufen danach gestrebt werden, durch Einbau von Stauwerken ein geringeres, außerhalb der Schädlichkeitsgrenze liegendes Gefälle herzustellen. Wo das nicht durchführbar ist, bleibt die Möglichkeit, die Geschwindigkeit des Wassers durch Verbreiterung des Bachbettes oder durch Verlängerung des Bachlaufes zu mindern. Da diesen Maßnahmen in der Regel aber noch größere Hindernisse entgegenstehen, muß im Falle undurchführbarer Gefällsminderung versucht werden, den Sohlen- bzw. Uferwiderstand durch Verschalung, Pflasterung usw. so zu steigern, daß auch beim Fortbestehen der stärkeren Sohlenneigung Erosions- und Unterwühlungsschäden ausbleiben. Die Ausführbarkeit des letztgenannten Weges ist aber keineswegs gleichbedeutend mit einer allenthalben zutreffenden Zweckmäßigkeit desselben. Die Sohlenbefestigung ist vielmehr nur dort in Erwägung zu ziehen, wo der mit ihr verbundenen Erleichterung des Materialtransportes Bedenken hinsichtlich Verschotterung des weiter unten liegenden Geländes oder hinsichtlich Gefährdung anderer Sicherungsbauten nicht bestehen.

Unter den verschiedenen technischen Sicherungswerken, die je nach den Geländeverhältnissen, dem Charakter der Wildbäche, dem Umfange des Sammelgebietes und den verfügbaren Geldmitteln in Betracht kommen, unterscheidet man Quer- und Parallelbauten, Sohlen-, Lehnen- und Schuttkegelversicherungen.

a) Querbauten (Querwerke). Man versteht hierunter senkrecht zur Stromrinne errichtete Sperrbauten, die das Gefälle des Wildbaches und dadurch die zerstörende Kraft des Wassers verringern. Sie sollen nicht nur die Bachsohle vor weiterer Erosion schützen, sondern gleichzeitig auch das in seiner Schleppkraft beeinflußte Wasser zur Ablagerung des von ihm mitgeführten Geschiebes zwingen und auf diese Weise eine Hebung der Bachsohle, d. h. gewöhnlich auch eine Profilerweiterung herbeiführen.

Je nach ihrer Höhe über der Bachsohle unterscheidet man große und gewöhnliche Sperrbauten oder Talsperren und Grundschwellen.

1. Talsperren. Als Talsperren pflegt man Sperrbauten mit einer Mindesthöhe von 2—3 m über der Bachsohle zu bezeichnen. Abgesehen von den Diensten, die größere Sperren bei der Aufspeicherung von Wasser für Kraftzwecke, für landwirtschaftliche Bewässerung und für die Wasserversorgung von Gemeinden zu leisten vermögen, fällt ihnen im Dienste der Wildbachverbauung die besondere Aufgabe zu, das Geschiebe im Innern des Wildbachgebietes zurückzuhalten. Sie dienen in diesem Falle als Materialstauwerke und kommen als solche namentlich bei der Verbauung von Wildbächen in Betracht, die vorwiegend Verwitterungsprodukte führen. Im anderen, und zwar häufigeren Falle tritt die ebengenannte Aufgabe der Talsperren

mehr oder weniger, unter Umständen vollkommen zurück gegenüber der Schutzwirkung, welche die Sperre auf Sohle und etwa vorhandene anbrüchige Ufer des Wildbaches auszuüben bestimmt ist. Sind Sohle und Lehnenfüße der Erosion ausgesetzt, so versucht man, auf der gefährdeten Bachstrecke durch eine Mehrheit hintereinander errichteter Querwerke — Grundschwellen oder niedrige Talsperren — das Gefälle so auszugleichen, daß Erosionen nicht mehr vorkommen (Abb. 105).


Abb. 105. Verbauung des Alberlibaches bei Davos-Platz im Kanton Graubünden.

Jede Sperre besteht aus mehreren Teilen, dem Sperrkörper mit Fundament und seitlichen Widerlagern und dem Fall- oder Sturzbett (Vorfeldversicherung). Nach dem zur Herstellung des Sperrkörpers benutzten Material unterscheidet man Holz- und Steinsperren. Der größeren Dauerhaftigkeit und der Widerstandsfähigkeit des Materiales wegen verdienen die Steinsperren, wenn es sich um die Verbauung größerer Wildbäche handelt, unbedingt den Vorzug. Wo es an Steinen oder Geld fehlt, während Holz an Ort und Stelle hinreichend zur Verfügung steht, kann auch, wie es in der Schweiz und in Österreich viel geschehen ist, zum Holzbau gegriffen werden, namentlich dann, wenn die Sperren nur eine zeitlich beschränkte Wirkung auszuüben haben und wenn die Gefahr, daß grobes Geschiebe vom Wildbach mitgeführt wird, nicht besteht. Dabei ist vorausgesetzt, daß stärkeres Bauholz zur Verwendung gelangt. Lebende, aus dem Holze ausschlagfähiger Holzarten hergestellte Sperren empfehlen sich ihrer geringeren Widerstandsfähigkeit wegen im allgemeinen nicht. Bei den Steinsperren mit größerer Spannweite wird die Sperrmauer zumeist in Form eines liegenden, mit der konvexen, vertikal gehaltenen Seite berg-, also stromaufwärts gerichteten Gewölbes, bei geringer Spannweite auch geradlinig errichtet. Über die Art und Weise der Ausführung der Sperrmauer (Trocken- oder Mörtel-(Zement-)mauerung) entscheiden Wichtigkeit der einzelnen Sperre und Kostenpunkt. Für kleine, noch wenig ausgebildete Runsen, und wenn es sich um rasche und billige Herstellung handelt, genügen unter Umständen schon Sperren aus Packwerk, d. h. solche, die aus abwechselnden Lagen von Kies und Faschinen (Erlen-, Weidengebüsch, Fichten- und Tannenreisig) bestehen.

Die Fundierung der Steinsperren hat deren Ausmaßen zu entsprechen und muß um so sorgfältiger geschehen, je höher die Sperrmauer hergestellt werden soll und je stärker der auf sie ausgeübte Druck sein wird. Das Gleiche gilt für die seitlichen Einbindungen. Bei größeren Sperren muß der Sperrkörper entweder so tief als möglich in die Ufer eingebaut oder durch Widerlager und Böschungsversicherungen bachauf- und -abwärts hinreichend fest in das Ufergelände eingebunden werden.

Mit Vorfeld, Fall- oder Sturzbett bezeichnet man den unmittelbar talabwärts vom Sperrkörper gelegenen Teil der Bachsohle. Durch die über die Sperre herabstürzenden Wasser- und Geschiebemassen in besonders hohem Grade gefährdet, bedarf das Vorfeld, wenn Auswaschungen und Unterspülungen der Sperre vermieden werden sollen, der sorgfältigen Versicherung durch eine feste, dauerhafte und weit genug abwärts reichende Abpflasterung. Der Anprall des Wassers am talseitigen Fuße der Sperre ist natürlich um so größer, je höher die Sperre ist. Um ihn zu verringern, pflegt man bei gemauerten Sperren der talseitigen Stirnwand einen schwachen Anlauf von 1 : 4 oder 1 : 5 zu geben, sodaß der Querschnitt der Sperrmauer die Form eines Trapezes bekommt (Abb. 106).

Bei den aus Holz hergestellten, geradlinig und — bei großer Profilweite — gebrochen (Abb. 107) verlaufenden Talsperren unterscheidet man die einwandigen, aus übereinander gelegten Stämmen oder Stammstücken bestehenden Balkensperren von den zweiwandigen, mit Geschiebe ausgefüllten Steinkastensperren. Zum Bau ist möglichst nur dauerhaftes, in der Saftruhe gefälltes Holz (Lärche, Zirbe, harzreiche Kiefer) im entrindeten Zustande zu verwenden.

Bezüglich der im einzelnen sehr verschiedenen Ausführung der Stein- und Holzsperren vgl. die weiter unten S. 374 angeführte Spezialliteratur.

2. Grundschwellen. Häufiger als Talsperren kommen bei der Wildbachverbauung die niedrigeren, im höchsten Falle bis zu 2 m hohen Grundschwellen zur Anwendung. Sie dienen, wie schon oben erwähnt wurde, denselben Zwecken wie die Talsperren, in erster Linie dem Schutz der Sohle gegen Erosion, können hin und wieder aber auch als Stütze für andere Bauten, z. B. für Talsperren, Parallelbauten usw. errichtet werden.

Abb. 106. Sperrmauer mit flach anlaufender Stirnwand an der Talseite und abgepflastertem, durch eine Grundschwelle abgeschlossenem Vorfeld (nach Wang).

Ihre Herstellung erfolgt ebenfalls aus Stein oder Holz. Hölzerne Grundschwellen sind in den Runsen und engen Seitenzuflüssen der Wildbäche üblicher als Steinschwellen und werden hier teils in einfachster Weise durch Einlassen eines oder mehrerer Baumstämme bzw. Balken senkrecht zur Stromrinne, teils in Form von Flecht- oder Faschinenwerken errichtet. Bei den Flechtzäunen unterscheidet man lebende und tote Werke, je nachdem man zwischen die in einfacher oder doppelter Reihe senkrecht zum Stromstrich eingeschlagenen Pfähle ausschlagsfähiges Material — am besten jüngere Weiden- oder Pappelausschläge mit tief in den Boden versenkten unteren Enden — oder sonstiges Astwerk einflechtet. In vorwiegend grobes Geschiebe führenden Bächen sind Flechtwerke nicht ratsam, lebende aber auch hier widerstandsfähiger und dauerhafter als tote. Auch zur Herstellung von Faschinenwerken werden, um eine Begrünung der Grundschwelle zu ermöglichen, ab und zu ausschlagsfähige Reiser verwendet. Man macht die Faschinen bis 4 m lang, jedenfalls aber länger als der zu verbauende Wildbach breit ist und gibt ihnen, um sie schwerer und dauerhafter zu machen, mitunter eine Schotterfüllung (Senkfaschinen). Schindler benutzt bei dem von ihm empfohlenen Verbauungssystem [1]) zur Herstellung von Grundschwellen in zweckmäßiger Weise Holzpfähle, die reihenweise in angemessener Entfernung voneinander senkrecht in den Boden eingetrieben werden. Sie dienen in gleicher Weise sowohl zur Staffelung der Bachsohle wie als Schutzmaßregel gegen Kolkungen.

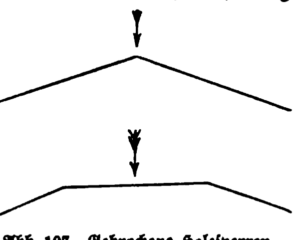


Abb. 107. Gebrochene Holzsperren (nach Wang).

Die den Grundschwellen zu gebende Höhe hängt vom Zwecke dieser Querbauten ab. Wo es sich lediglich um Sohlenversicherung handelt, brauchen die Grundschwellen über die Sohle nicht hervorzuragen. Anders dort, wo Gefällsverminderung durch Abstaffelung oder Materialzurückhaltung in Frage kommen. Aber auch in solchen Fällen ist es vorteilhaft, an Stelle höherer, in weiterem Abstand voneinander angebrachter Schwellen ein System niedrigerer zu wählen, weil dann eintretende Beschädigungen weniger ernste Folgen zu haben pflegen und auch leichter ausgebessert werden können.

In erfolgreicher Weise sind die vorgenannten Flechtwerke zur Zurückhaltung des Materiales und zur Sohlenerhöhung bereits 1838 von dem Schweizer „Tagwenvoigt" (Orts-

1) Die Wildbach- und Flußverbauung nach den Gesetzen der Natur. Zürich 1889.

richter) Jenny bei der Verbauung tief eingeschnittener Runsen benutzt worden. Jenny verwendete 0,5 m hohe, aus Weiden- und Erlengeflecht hergestellte, 3—4 m voneinander entfernte Zäune. Sie wurden in nahezu horizontalen Kurven mit etwas vertieften Scheitel angelegt. Mit ihrer Herstellung wurde unten begonnen und nach oben fortgefahren. Sobald sie durch das angestaute Material verschüttet waren, erfolgte auf der erhöhten Sohle der Bau neuer Flechtzäune, ein Verfahren, was solange fortgesetzt wurde, bis die Sohle des Wildbaches die gewünschte Höhe erreicht hatte. Mit Hilfe 6—8maliger Wiederholung des Zaunbaues hat Jenny Sohlenerhöhungen bis zu 15 m Höhe fertig gebracht. Nach hinreichender Erhöhung der Bachsohle stellte Jenny dann in der Mitte derselben eine mit Steinen ausgepflasterte und durch steinerne Grundschwellen gestützte Rinne her, und brachte an deren Seiten abermals Flechtzäune in Form von Flügeln an, um austretendes Geschiebe wieder in die muldenförmige Rinne zurückzuleiten.[1])

b) Parallelbauten (Parallelwerke). Hierher gehören die parallel zur Stromrinne verlaufenden und im wesentlichen dem unmittelbaren Uferschutz dienenden Bauten. Hin und wieder machen sich Parallelwerke auch als Stütze von Querwerken oder zur Herstellung geregelter Gerinne notwendig. Namentlich im Unterlaufe der Wildbäche des Berg- und Hügellandes sind Uferkorrektionen zwecks Herstellung normaler Flußprofile in vielen Fällen unumgänglich.

Während bei den Wildbächen des Hochgebirges der Uferschutz in der Regel durch Steinmauern oder durch Steinkastenbau (Trocken- oder Betonbau) geschieht, findet in den tieferen Lagen mit geringerem Gefälle und weniger Geschiebeführung der Holzbau unter Verwendung ausschlagfähigen Materiales vermehrte Anwendung. In der verschiedenartigsten Weise werden hier Flechtzäune und Faschinen, namentlich Senkfaschinen, ferner Pfahlbauten und Holzverankerungen (senkrechte Blockwände) zur Sicherung der Ufer gegen Auskolkung benutzt. Um Hinterspülungen des Uferschutzbaues auszuschließen, gilt für alle derartigen Vorkehrungen die Vorschrift, die Ufer so hoch zu befestigen, daß die mit der Böschung gut verbundenen oberen Enden der Schutzbauten hochwasserfrei sind. Ebenso müssen die Bauten nach der Wasserseite zu mit einer gegen Auskolkung hinreichend sichernden Schutzvorrichtung (Spreitlage, Steinbank usw.) versehen sein.

Neben den mit Hilfe von Stein- und Holzbauten ausgeführten Uferbefestigungen kommen als weitere Schutzmittel flaches Abböschen der Uferwände, Belegen derselben mit Rasenplaggen, in neuerer Zeit sogar metallene Tragroste[2]) mit Eisennetzen und Gitterwerke mit Drahtgeflecht[3]) in Betracht.

Bei der Herstellung normaler Flußprofile bedient man sich, sobald es sich um Verengung eines zu weiten Flußbettes handelt, ab und zu eines nur im weiteren Sinne zu den Parallelwerken zu rechnenden Hilfsmittels, der sog. Buhnen. Man versteht darunter schmale, aus Flechtwerk, Faschinen oder Steinen hergestellte Dämme, die vom Ufer aus in größerem oder geringerem Abstand voneinander in das Bachbett hineinragen. Sie sollen als Stauwerke wirken und sollen durch Zurückhalten des Materiales eine Verlandung der von ihnen durchsetzten Bachstrecke herbeiführen. Infolgedessen läßt man sie entweder rechtwinklig gegen den Stromstrich, noch besser aber etwas stromaufwärts verlaufen. In einzelnen Fällen finden auch stromabwärts gerichtete, den Strom also abweisende, sog. „Streichbuhnen", bei der Regulierung unerwünschter Flußprofile Verwendung, nämlich dann, wenn es darauf ankommt, am jenseitigen Ufer angehäufte Geröllbänke, welche den Wasserlauf hemmen, fortzuschwemmen.

c) Sohlenversicherungen. Um der Sohlenerosion vorzubeugen, werden namentlich Runsen und Rinnsale des Niederschlagsgebietes, nicht selten auch Entwässerungsgräben muldenförmig abgepflastert. Man bezeichnet derartige künstlich befestigte Abflußkanäle, die den Wasserabfluß und den Abtransport der mitgeführten Geschiebe naturgemäß beschleunigen, als Schalenbauten (Cunetten). Durch Ein-

1) Pestalozzi: Verbauung der Wildbäche. Handb. der Ingenieurwissenschaften. III. Bd. Wasserbau Leipz. 1882. — 2) Rabitz: Uferbefestigungen an Flüssen u. Kanälen. Berlin 1901. — 3) Doell, A.: Die Regulierung geschiebeführender Wasserläufe usw. Leipz. 1896.

schlagen fester Pfähle, an die sich die Steine zu stützen vermögen (Pfahlcunetten, s. Abb. 108) wird die Haltbarkeit der Schalen wesentlich gehoben. Wo eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit angezeigt erscheint, wie bei steilem Gefälle, vermag auch der Einbau von Grundschwellen unterstützend zu wirken.

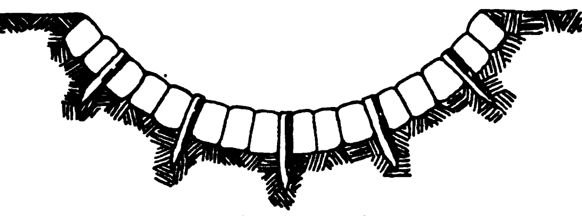


Abb. 108. Pfahlcunette (nach Wang).

Bei der Ausführung von Schalenbauten ist darauf zu achten, daß die Steine auf die hohe Kante und die größten an die Ränder gesetzt werden. An Krümmungen empfiehlt es sich, die äußere Seite höher zu halten als die innere. An Stelle gepflasterter Schalen können gegebenenfalls auch hölzerne Gerinne oder mit Rasenplaggen belegte (Rasencunetten) treten.

d) Lehnenversicherungen. Wie bereits oben erwähnt wurde, ist die Schaffung einer Vegetationsdecke an brüchigen Lehnen oder sonstigen der Bodenbindung zu unterwerfenden Örtlichkeiten des Niederschlagsgebietes von Wildbächen oftmals nur nach vorausgegangener oder nur bei gleichzeitiger Ausführung technischer Verbauungsvorkehrungen möglich bzw. erfolgversprechend. Unter den verschiedenen, zur oberflächlichen Bindung des Bodens und zum Zurückhalten des lockeren Geschiebes geeigneten Hilfsmitteln bedient man sich am meisten der auch zur Herstellung von Grundschwellen (s. dort) benutzten, horizontal verlaufenden Flechtzäune. Andere Hilfsmittel hierzu sind: Auslegen von Rasenplaggen, Aufbauen des lockeren Gerölles in horizontalen Trockenmauern, Eingraben starker Holzschwellen, Abpflasterung und Verpfählung. Wo tiefgründige Abrutschungen vorliegen, die ihre Ursache in Quell- oder Sickerwasser haben, gehört die Herstellung von Entwässerungsanlagen (Stein- und Faschinendrains oder offene Gräben) gleichfalls zu den der Lehnenbindung dienenden Vorkehrungen.

Auf größeren Flächen angewendet, sind alle diese Maßnahmen gewöhnlich ziemlich kostspielig. Man beschränkt sie deshalb auf diejenigen Örtlichkeiten, wo sie unbedingt geboten sind und begnügt sich auf minder gefährdeten Partien gelegentlich der Vornahme der Berasung oder Aufforstung mit oberflächlicher Planierung des Geländes.

Die Höhe der aus Pfählen und Flechtwerk bestehenden Flechtzäune muß so bemessen werden, daß das zu erwartende Hinterfüllungsgeschiebe die Zäune nicht überragt. Durch hohe Zäune dieser Gefahr begegnen zu wollen, empfiehlt sich nicht, sobald Beschädigungen durch herabrollende Steine oder Durchbrechen der Zäune infolge des Geschiebedruckes befürchtet werden muß. Der gewöhnliche Pfahl wird 1,5 m lang und 10 cm dick genommen und 1 m in den Boden getrieben. Im übrigen richtet sich die Länge der Pfähle nach der Örtlichkeit, dem Gefälle und der Entfernung der Zäune. Man errichtet die letzteren bei Gefällen von 30—40% in 8—12 m, bei Gefällen von 70—80% in 1—2 m horizontaler Entfernung voneinander und legt sie möglichst parallel zueinander an. Vor dem Einflechten des Reisigs in die mit 50 cm Abstand eingeschlagenen Pfähle empfiehlt es sich, Laub und Nadeln zu entfernen, um der mit dem Abfallen der Blätter usw. sonst verbundenen Auflockerung vorzubeugen. Das Flechtwerk wird 30—50 cm hoch hergestellt, mit Holzschlägeln niedergeschlagen und durch Einschlagen schräger Pfähle am Boden gehalten. Wenn die alljährlich notwendigen Ausbesserungen nicht vernachlässigt werden, halten auf diese Weise errichtete Zäune 8—10 Jahre, d. h. lange genug, um die Kultur soweit erstarken zu lassen, daß sie nun ihrerseits die Bindung des Bodens zu übernehmen imstande ist.

Werden Rasenplaggen zur Bindung des Bodens benutzt, so erfolgt je nach Vorrat an Material und nach Dringlichkeit der Deckung entweder volles oder nur vereinzeltes bzw.

schachbrettförmiges Belegen der Lehne. Bei vereinzeltem Auslegen empfiehlt F. Müller[1]), die Plaggen mit je einem Pflocke zu befestigen.

Den weiteren vorstehend genannten Lehnenbindungsmaßregeln kommt keine allgemeine Bedeutung zu, wohl aber den unter A näher betrachteten, auf Erhaltung bzw. Schaffung einer Vegetationsdecke gerichteten Arbeiten. Je leichter deren Durchführung ist, um so mehr tritt die Bedeutung der Lehnenversicherung wie die der sonstigen Verbauungsmaßregeln zurück. Aufforstung und Berasung spielen bei der Lehnenversicherung die weitaus wichtigste Rolle. Wo sie unterbleiben, ist der Wert der bautechnischen Bindungsmaßregeln kein voller, weil diese keine Sicherheit für einen andauernden Schutz zu geben vermögen.

e) Schuttkegelversicherungen. Bei den durch ausgesprochene Schuttkegelbildung gekennzeichneten Wildbächen des Hochgebirges handelt es sich weiterhin darum, im Gebiet der Materialablagerung Verhältnisse zu schaffen, die entweder eine ungehinderte Abfuhr des Wassers und des Geschiebes gewährleisten oder welche die Geschiebeablagerung örtlich beschränken, sodaß Vergrößerungen des Schuttkegels zu ungunsten des angrenzenden Geländes ausgeschlossen sind.

Dem ersteren Zwecke dienen feste Gerinne mit hinreichend großem, auch die Hochwässer fassendem Profil und mit einem derartigen Gefälle, daß die Materialabfuhr ungehindert und ohne Erosionsschäden vor sich geht. Bei größerem Gefälle sind Befestigungen der Gerinnsohle durch Abpflasterung, Zementierung, Grundschwellen und Abstaffelung meist nicht zu umgehen. Im zweiten Falle wo es sich um Schaffung von Ablagerungsplätzen für das Geschiebe handelt, muß für Herstellung hinreichend hoher, am talseitigen Ende durch ein Querwerk abgeschlossener Fassungsmauern Sorge getragen werden.

II. Regelung des unteren Laufes der Gewässer. In engem Zusammenhange mit den genannten, hauptsächlich für den Oberlauf der Wildwässer geltenden Verbauungsmaßregeln steht die Regulierung des unteren Laufes der Gewässer. Auch dieser muß soweit in den Stand gesetzt werden, daß gewöhnliche Hochfluten unschädlich abgeführt werden können. Ein Flußlauf gilt dann als geregelt, wenn die Flußrinne mitten im Flußbette verläuft, das Wasser in möglichst gestreckter Bahn gleichmäßig sich fortbewegt und wenn die Ufer hinreichend feste Wände besitzen.

Bei der Regulierung sind im allgemeinen folgende Punkte ins Auge zu fassen:

a) Herstellung eines normalen Profiles. Dieses muß groß genug und so beschaffen sein, daß einerseits die stets mitgeführten kleineren Geschiebe noch bei Mittelwasser in Bewegung bleiben, andererseits aber auch für das Hochwasser — so weit als möglich — entsprechender Raum bleibt und keine zu große Wassergeschwindigkeit eintritt. Übermäßig schmale Flußstrecken sind zu verbreitern; übermäßig breite hingegen sind zu verengern und zu vertiefen.

b) Regelung des Gefälles. Sowohl eine zu große als eine zu geringe Geschwindigkeit bei der Fortbewegung des Wassers ist mit Nachteilen verknüpft. Durch erstere werden leicht Ufer und Sohle beschädigt; bei letzterer entstehen Ablagerungen von Schutt und Geröll und damit Beeinträchtigungen der Vorflut.

Als bezügliche Arbeiten und Mittel kommen in Betracht: Ausgleichung der Bachsohle durch Abtrag von Erhöhungen, eventl. Ausfüllung von Vertiefungen, Beseitigung größerer Steine, an welchen sich das Wasser staut, Herstellung von Sohlschwellen usw., Anlage oder Beseitigung von Wehren.

Auch die Durchstiche starker Flußkrümmungen bezwecken die Schaffung eines gleichmäßigeren Gefälles, sowie die Beförderung des Wasserabflusses. Vor Ausführung der Arbeit ist ein Nivellement auszuführen und hiernach die Linie des besten Gefälles ausfindig zu machen.

Mit dem Ausgraben des neuen Gerinnes beginnt man an der tiefsten Stelle und

---

1) Die Gebirgsbäche und ihre Verheerungen, Landshut 1857.

führt die Arbeit stromaufwärts fort. Schließlich wird das alte Flußbett mit der ausgegrabenen Erde zugeworfen und durch Nesterpflanzungen mit Weiden bestockt.

c) **Befestigung der Ufer.** Sie kann entweder durch entsprechende Erdarbeiten bzw. Bepflanzung oder durch die schon oben unter „Lehnenversicherungen" besprochenen Bauten erfolgen.

In diese Kategorie fallen flaches Abböschen der Uferwände, Belegen derselben mit Rasenplaggen oder Bestecken mit Weiden, Anlage von Flechtzäunen, Pfahlbauten oder Holzveranterungen (senkrechte Blockwände), Verkleidung der Uferböschungen mit Steinkästen oder Errichtung von Steindämmen.

Hohe Bäume und Gebüsche längs der Ufer dürfen nicht geduldet werden, da sie das Querprofil beschränken, leicht Ablagerungen von Geröll veranlassen und bei ihrer Entwurzelung und Fortführung große Schäden an Ufern und Bauwerken, sowie Störungen im Wasserlaufe herbeiführen. Dagegen empfiehlt es sich, niedriges, tiefwurzelndes Strauchwerk zu erhalten bzw. anzupflanzen.

III. **Nichtgestattung der Auflassung** bzw. **Trockenlegung der bestehenden Teiche und Seen**, welche Hochwässer und mitgeführte Geschiebe in sich aufnehmen. Es empfiehlt sich vielmehr, den schlammigen Grund dieser Wasserbehälter von Zeit zu Zeit herauszufördern, schon um die Sohle zu vertiefen.

Die hierdurch entstehenden Kosten lassen sich durch Aufbringen des Schlammes auf nahegelegene Felder und damit durch Düngung derselben zum Teil ersetzen.

IV. **Anlage größerer Wasserbecken** an Bächen und Flüssen, die bei starken Regengüssen große Wassermassen führen, in hierzu geeigneten Niederungen und Talzügen.

In Verbindung mit diesen Sammelbecken muß ein der Geländebeschaffenheit sich anschmiegendes Netz von **Ableitungskanälen** und **Gräben** angelegt werden.

Durch diese Einrichtung wird es möglich, in Zeiten der Gefahr wenigstens einen Teil der Hochwässer aus den Flüssen in die Sammelbehälter einzuleiten, hier zurückzuhalten und erst nach und nach in Gegenden zu führen, wo das Wasser mit Vorteil verwendet werden kann. Die betreffenden Stauanlagen müssen natürlich von fest gebauten Dämmen umschlossen sein.

Die Ausführung aller dieser Maßregeln fällt teils in das Arbeitsgebiet der Forsttechniker (Aufforstung und kleinere Bauten), teils in das der Kulturingenieure und Wasserbautechniker (Talsperren, Wasserbecken usw.).

Über die Frage, wem die Durchführung der Wildbachverbauungen, soweit es sich um bautechnische Maßnahmen handelt, zu übertragen ist, gehen die Ansichten auseinander. In Frankreich und Österreich liegt der Wildbachverbauungsdienst vollständig in den Händen der Forsttechniker und befindet sich, wie die bisherigen Leistungen bezeugen, sehr wohl dabei. In der Schweiz werden die auszuführenden Arbeiten von Fall zu Fall einmal den Bau-, das anderemal den Forsttechnikern übertragen. In Bayern wurde gelegentlich der Errichtung zweier Sektionen für Wildbachverbauung beschlossen, mit der Regulierung der Flußläufe die Wasserbautechniker zu betrauen und die Forstbehörden nur dann zur Mitwirkung heranzuziehen, wenn es sich auch um Aufforstungen handele.

Geschichte und Statistik der Wildbachverbauung.

Obwohl der Gedanke, daß die Bekämpfung der Wildwässer im Sammelgebiet derselben einsetzen müsse und hier in möglichster Schonung und pfleglicher Bewirtschaftung der Bodenvegetation, insbesondere der Waldungen, seine wirksamste Waffe zu erblicken habe, bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts von weitblickenden Männern[1]) ausge-

1) **Eberenz**: Wasserbaukunst an reißenden Flüssen. Freiburg 1767. — **Zallinger**: Abhandlung von den Ursachen und Mitteln der Überschwemmung im Lande Tyrol. Innsbruck 1779. — v. **Aretin**: Über Bergfälle und die Mittel, denselben vorzubeugen usw. Innsbruck 1808.

sprochen und begründet wurde, und obschon auch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts von verschiedenen Seiten, besonders von Joseph Duile[1]) und von Alexander Surell[2]) die Aufgaben der Wildbachverbauung und die Mittel zur Unschädlichmachung der Hochwässer in eingehender, der modernen Verbauungstechnik entsprechender Weise behandelt wurden, so blieben diese verschiedenen Anregungen — von vereinzelten Ausnahmen abgesehen — doch zunächst ohne besonderen praktischen Erfolg. In den späteren Jahrzehnten aber brachten große Hochwasserverheerungen, die sich 1856 in Frankreich, 1868 in der Schweiz und 1882 am Südabhang der österreichischen Alpen, insbesondere in Tirol und Kärnten, ereigneten, die Wildbachverbauung in Fluß und ließen eine Reihe von Abhandlungen von hervorragender Bedeutung entstehen. In Frankreich war es neben Gras, Breton, Marchand, Gayssier u. a. namentlich Prosper Demontzey[3]), der sich der Frage der Hochwässerbekämpfung nicht nur literarisch, sondern als Vorstand des Verbauungsdienstes auch durch eine höchst verdienstvolle praktische Tätigkeit annahm. Einen weiteren, namentlich in wissenschaftlicher Richtung wertvollen Ausbau hat die Literatur der Wildbachverbauung in Frankreich in neuerer Zeit noch durch Thiéry[4]) erfahren.

Nach dem Katalog der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900[5]) wurden in Frankreich bis mit Ende 1899 in Wildbachgebieten 170000 ha aufgeforstet, und zwar 98500 ha in Staatswaldungen, 41500 ha in Gemeinde- und 28900 ha in Privatwaldungen. Der gesamte Kostenaufwand hierfür belief sich auf 72,5 Millionen Frcs., wovon 24,4 Millionen auf Verbauungen und Aufforstungen entfallen.

In Österreich ist der Beginn des tatkräftigen Kampfes gegen die Wildbachverheerungen mit der Person des ehemaligen Ackerbauministers Julius Graf Falkenhayn eng verknüpft. Neben ihm haben sich Arthur Freiherr v. Seckendorff[6]) und Johann Salzer[7]), ersterer durch seine Schriften und Vorträge, letzterer durch erfolgreiche Umsetzung der Seckendorffschen Anregungen in die Tat hervorragende Verdienste erworben. Seckendorff ist auch die Errichtung eines Lehrstuhles für Wildbachverbauung an der Hochschule für Bodenkultur in Wien zu danken, dessen derzeitiger Inhaber, Ferdinand Wang, in seinem schon oben erwähnten Werke[8]) ein wertvolles, die gesamte Fachliteratur und den gegenwärtigen Stand der Wildbachverbauung klar überschauendes Lehr- und Nachschlagebuch geschaffen hat.

Man begann in Österreich[9]) mit den bezüglichen Bauten 1883 in Tirol und Kärnten, wo die Abhilfe am dringendsten erschien, und hat seitdem in allen Kronländern systematische Verbauungen großen Stils in planmäßigem Zusammenhang ausgeführt, wobei die im Auslande (Frankreich, Schweiz) gewonnenen Erfahrungen als Grundlage gedient haben. Für die Ausführung ist eine unter dem Ackerbauministerium stehende besondere forsttechnische Abteilung mit verschiedenen Sektionen eingerichtet, wodurch die planmäßige Organisierung und Einheitlichkeit der Arbeiten garantiert wird. Die Tätigkeit der forsttechnischen Abteilung erstreckte sich bis 1895 auf 536, bis Ende 1901 auf 843 Arbeitsfelder mit einem

1) Über Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern. Innsbruck 1826. — 2) Etude sur les torrents des Hautes-Alpes. Paris 1842. — 3) Traité pratique de reboisement et de gazonnement des montagnes. Paris 1878. In deutscher Übersetzung von Arthur Frhr. v. Seckendorff u. d. T.: Studien über die Wiederbewaldung und Berasung der Gebirge. Wien 1880. — ders.: L'extinction des torrents en France par le reboisement. Paris 1895. — ders.: Les retenues d'eau et reboisement dans le bassin de la Durance. Aix 1896. — 4) Restauration des montagnes, correction des torrents, reboisement. Paris 1891. — 5) Catalogue général officiell. Groupe IX, classe 49. — 6) Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berasung der Gebirgsgründe. Wien 1884. — Vorträge: Üb. d. wirtschaftl. Bedeutung der Wildbachverbauung und Aufforstung der Gebirge. Wien 1883. — Zur Geschichte der Wildbachverbauung. Wien 1886. — Das forstliche System der Wildbachverbauung. Wien 1886. — Die Wildbäche, ihr Wesen und ihre Bedeutung im Wirtschaftsleben der Völker. Wien 1886. — 7) Über den Stand der Wildbachverbauung in Österreich. Wien 1886. — 8) Grundriß der Wildbachverbauung. I. u. II. Tl. Leipzig 1901/3. — 9) Die Wildbachverbauung i. d. Jahren 1883—1894, hrsg. vom k. k. Ackerbauministerium in Wien 1895. — Wang: Grundriß usw., II. Tl., 426/27.

Flächenumfang von 1,6 Millionen ha. Der Kostenaufwand für alle baulichen und kulturellen Arbeiten einschl. Grundentschädigungen und Ablösungen von Rechten betrug in den 19 Jahren 1883—1901 19 Millionen Kronen. Der durch Gesetz vom 30. Juni 1884, betreffend die Förderung der Landeskultur auf dem Gebiete des Wasserbaues, auf jährlich 1 Million Kr. festgesetzte staatliche Meliorationsfond, ist durch Gesetz vom 24. Januar 1902 bis einschließlich 1914 auf jährlich 4 Millionen erhöht worden. Die bis 1901 mit den vorgenannten Mitteln nach Ausführung der nötigen Verbauungen zur Aufforstung und Berasung gebrachten brüchigen Gehänge umfassen rund 8000 ha.

In der Schweiz wurde die Verbauung der Wildwässer und die Aufforstung der Quellgebiete 1871 als eine durch den Bund zu unterstützende Angelegenheit erklärt. Seit dieser Zeit sind bis Ende 1901 in Wildbachgebieten 6074 ha mit einem Bundeszuschuß für Verbauung usw. von 14 Millionen Fr. aufgeforstet worden. Die Bundesbeiträge schwanken zwischen 30—70 %, bei den Verbauungen zwischen 30—50 %.[1])

Unter den Männern, die in der Schweiz durch Wort, Schrift und eifrige Tätigkeit dem Wildbachverbauungswesen zu seiner heutigen Höhe verholfen haben, sind namentlich von Salis[2]) und Elias Landolb[3]) hervorzuheben.

Außer in den bisher genannten, mit Recht als „Musterländer der Wildbachverbauungen" bezeichneten Staaten ist man auch in Deutschland (Bayern, Württemberg, Prov. Schlesien), ferner in Italien, Rußland, Spanien, Griechenland und Japan, je nach dem Maße, in welchem die vorhandenen Wildbäche Beruhigungsmaßregeln angezeigt erscheinen ließen, während der letzten drei Jahrzehnte unter Benutzung des französischen und österreichischen Vorbildes mit mehr oder weniger großzügigen Verbauungsarbeiten vorgegangen. Auf den internationalen Forstkongressen zu Wien 1890, Lausanne 1898 und Paris 1900 ist dann weiterhin versucht worden, die Bändigung der Wildwässer zum Gegenstand internationalen Interesses[4]) zu machen, um die finanzielle Mitwirkung verschiedener Staaten zu sichern. Angesichts der Hindernisse, die sich der internationalen Behandlung der Wildbachfrage aber entgegenstellen, sind diese Versuche über das Stadium akademischer Erörterungen nicht hinausgediehen.

Drittes Kapitel.

Versumpfung.[5])

1. Entstehung.

Eine **Vernässung** des Bodens entsteht, wenn das Wasser unzureichenden Abfluß hat. Fehlt der Abfluß gänzlich, so kann sich die Vernässung zur **Versumpfung** und sogar **Vermoorung** steigern. Beide Zustände sind entweder Folge von Tagwässern (Regen- und Schneewasser) oder rühren (häufiger) von unterirdischen Wässern (Quellwasser, Seihwasser, Grundwasser) her.

Der Abfluß kann sowohl in **horizontaler** wie in **vertikaler** Richtung gehemmt bzw. verhindert sein, ersterer infolge Gefällmangels, letzterer durch Vorhandensein eines undurchlassenden Untergrundes (Ton, Letten, toniger Lehm, Ortstein, Raseneisenstein, horizontale Schieferlager, unzerklüftete Felsen). Häufig fehlt es nach beiden Richtungen hin an Abflußmöglichkeit, ein Fall, der naturgemäß meist eine

1) Wang: Grundriß. II. Tl., 454. — 2) Bericht üb. d. Verbauung des Glemmers und größerer Flüsse im allgemeinen. Chur 1870. — Ders.: Das schweizerische Wasserbauwesen. Bern 1883. — 3) Die Bäche, Schneelawinen und Steinschläge und die Mittel zur Verminderung der Schädigung durch dieselben. Zürich 1886. — 4) Fankhauser: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1898, 337 und 387. — 5) Bühler, E. C. W.: Die Versumpfung der Wälder mit und ohne Torfmoorbildung usw. Tübingen 1831. — Braun: Ztschr. f. F. u. Jw. 1872, 29. — Hesselmann: Mittlgn. a. d. Forstl. Versuchsanstalt Schwedens. Hft. VI, 32; VII, 91.

Steigerung des Übels zur Folge hat. Das auf der Oberfläche sich ansammelnde (stagnierende) Wasser heißt Stauwasser.

Die Ursache der Versumpfung kann, je nach Ortslagen, sehr verschieden sein. Die häufigeren Fälle sind folgende:

a) In Tiefebenen mit bindigem, schwer durchlässigem Boden rührt die Versumpfung zuweilen von Tagwasser her, das aus höher gelegenen Gebieten zufließt und infolge muldenförmiger Geländegestaltung am Abfließen verhindert wird.

b) In breiten beckenförmigen Stromniederungen kann die Versumpfung entweder durch oberflächiges Austreten oder durch unterirdisches Eindringen von Flußwasser bewirkt werden. Jenes findet bei Überschwemmungen statt, wenn dem ausgetretenen Wasser das nötige Gefäll zum Wiederabzuge fehlt. Ein Teil des Überschwemmungswassers muß dann in der Niederung zurückbleiben, zumal wenn ihm der Untergrund das Eindringen in die Tiefe nicht gestattet. Auf diese Weise entstehen z. B. die Lagunen am Meeresgestade.

Das bei durchlässigem Boden von unten aufsteigende, aus benachbarten Wasserbecken oder Flüssen stammende Wasser heißt Seihwasser. Sein Erscheinen in den Bodeneinsenkungen der benachbarten Talgrundstücke setzt hohen Wasserstand oder Erhöhung der Gerinnsohle durch Ablagerung der Sinkstoffe voraus.

c) Auf Hochebenen wird die Versumpfung durch starke Luftfeuchtigkeit und Tagwasser in Verbindung mit undurchlässigem Untergunde (dichte blaue oder gelbe Tonschichten, horizontal gelagertes oder massiges Gestein), sowie durch Sumpfgewächse (Torfpflanzen) eingeleitet und weiter befördert.

d) Die Versumpfung an Berghängen wird durch Tagwasser oder (häufiger) durch Quellwasser bewirkt, welches wegen tonigen Untergrundes oder horizontaler Gesteinsschichtung nicht in den Boden eindringen kann, daher auf der Bodenoberfläche zutage treten muß.

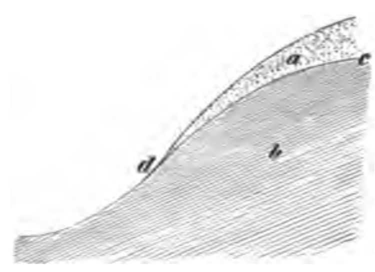


Abb. 109. *a* Durchlassende Schicht. *b* Undurchlassende Schicht. *cd* Grenze beider.

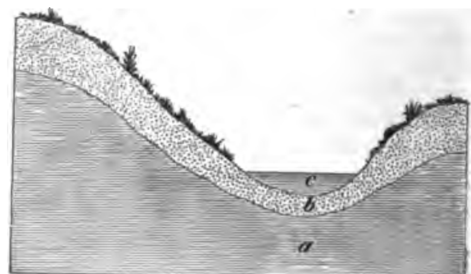


Abb. 110. *a* Undurchlassende Schicht. *b* Durchlassende Schicht. *c* Stauwasser.

Wenn der Boden eines Abhanges (Abb. 109) oben aus einer durchlassenden Schicht (*a*), unten aus einer undurchlassenden (*b*) besteht, so wird das Tagwasser die obere Schicht durchsickern, längs der Linie *cd* herunterlaufen und am Punkte *d* hervorquellen. Eine anhaltende Vernässung des unteren Hanges findet in diesem Falle aber nur dann statt, wenn es an natürlicher Vorflut fehlt, d. h. wenn keine Möglichkeit vorhanden ist, die sich ansammelnden Wassermengen auf natürliche oder künstliche Weise in tiefer gelegene Teile von genügender Aufnahme- oder Fortleitungsfähigkeit (Teiche, Gewässer) abzuführen.

Wenn z. B. in einer Bergmulde (Abb. 110) das an beiden Hängen durch die

obere durchlassende Schicht (*b*) eindringende oder im Boden entspringende Wasser (Quelle) durch eine darunter befindliche undurchlassende Schicht (*a*) verhindert ist, in die Tiefe abzuziehen, so wird das Wasser bei mangelnder Abflußmöglichkeit an der tiefsten Stelle (bei *b*) zu Tage treten und hier eine Versumpfung (*c*) bewirken.

2. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Die Nachteile der Vernässung bzw. Versumpfung sind:

1. Geringere Standfestigkeit der Bäume, wodurch Windfall (insbesondere in Fichtenbeständen) begünstigt wird.

2. Krüppelhafter Wuchs, Entstehung von Wurzel- und Stammfäule, mithin Zuwachs- und Nutzholzverlust, unter Umständen vollständiges Absterben.

Der schlechte Holzwuchs auf nassen Böden erklärt sich daraus, daß ein mit Wasser gesättigter Boden den Pflanzenwurzeln keine andere Luft gewährt als die im Wasser gelöste. Das Gedeihen der Pflanzen hängt daher hauptsächlich von der Menge des vorhandenen Sauerstoffes ab, und diese Menge ist im stillstehenden Wasser der Moore und versumpften Waldpartien eine sehr geringe. Wasser, das reich an Humusstoffen ist, erwies sich bei den Untersuchungen Hesselmanns[1]) in den nordschwedischen versumpften Fichtenwäldern als nahezu sauerstoffrei, wenn es nahe der Oberfläche untersucht, und als völlig sauerstoffrei, wenn die Probe aus etwa 20 cm Tiefe heraufgepumpt wurde. Die in Nordschweden in großer Ausdehnung auftretende, wirtschaftlich höchst bedeutungsvolle Erscheinung der Versumpfung der Fichtenwälder bezeichnet Hesselmann deshalb nicht als eine Wasser-, sondern als eine Sauerstoffrage. Die Versumpfung schreitet dort allmählich immer weiter vor, weil das aus den Mooren stammende und hier durch Berührung mit den Torfmassen sauerstoffrei gewordene Wasser in den die Moore umgebenden mit Fichte bestockten Moränenboden eindringt. Die Leistungsfähigkeit der Baumwurzeln wird infolgedessen beträchtlich herabgesetzt. Es kommt ferner hinzu, daß der Sauerstoffmangel die Oxydation der Pflanzennährstoffe verhindert, andererseits aber die Bildung der dem Gedeihen der Kulturgewächse schädlichen Humussäuren und Kohlenwasserstoffe befördert. Endlich beeinträchtigt auch die mit dem Wasserreichtum des Bodens zusammenhängende Herabminderung der Bodentemperatur (um etwa 5—8° C) Wachstum und Tätigkeit der Wurzeln. So kommt es, daß die Waldbestände auf nassen Böden vielfach ein sehr schlechtes und krankhaftes Aussehen zeigen.

Leythäuser[2]) fand in den moorigen, mit Fichten bestockten Auwaldungen des Forstamtes St. Oswald (im bayerischen Walde) ein Fichtenstämmchen von nicht ganz 2 m Höhe und etwa 10 cm Stockdurchmesser, an welchem 80 Jahrringe gezählt wurden.

Die unter 2. genannten Nachteile sind aber nicht Folge jedes mit Wasser übersättigten Bodens, sondern treten zunächst nur auf den sauren, humusreichen Böden mit stagnierender Nässe auf. Wo durch strömendes Grundwasser oder oberirdisch fließendes Wasser sowohl eine Zufuhr neuer Nährstoffe, wie infolge der Bewegung des Wassers namentlich auch eine fortgesetzte Aufnahme von Sauerstoff stattfindet, gedeiht der Wald, vornehmlich der Fichtenwald, teilweise ganz vorzüglich.

3. Steigerung der Frostschäden, insbesondere der Spätfrostschäden, und des Ausfrierens junger Pflänzchen. Hoher Wassergehalt macht die oberen Schichten des Bodens kalt („kaltgründig").

---

1) Üb. d. Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. Mittlgn. a. d. forstl. Versuchsanstalt Schwedens. Hft. VII (1910), 91. — 2) Forstw. Zbl. 1892, 330.

4. Erschwerung des ganzen forstlichen Betriebes, zumal der Verjüngung und Ernte, auch des Holztransportes.

Die Nässe erschwert die Bearbeitung des Bodens und macht das Pflanzgeschäft im Frühjahr oft ganz unmöglich. Samen keimen in zu feuchtem Boden gar nicht, sondern verschimmeln; junge Pflänzchen gehen vielfach zugrunde.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Stagnierende, sauer reagierende und nährstoffarme Nässe wird von keiner Holzart auf die Dauer ertragen; jedoch ist der Empfindlichkeitsgrad der einzelnen Holzarten verschieden.

Nach Erfahrungen im Bienenwalde[1]) (Pfalz), wo sich im Untergrunde eine undurchlässige Lettenschicht findet, ist das Verhalten gegen hochgradige Bodennässe von der widerstandsfähigsten Holzart an abwärts etwa folgendes: Stieleiche, Ulme, Pappeln, Weiden, Hornbaum, Roterle — Esche, Traubeneiche — Kiefer, Fichte — Buche, Tanne.

Befremdend in dieser Reihenfolge ist die Stellung der Roterle, weil diese Holzart nach anderwärts gemachten Erfahrungen mehr Bodennässe als die Ulme verträgt. Abgesehen hiervon, müssen zu den gegen stagnierende Bodennässe wenig empfindlichen Holzarten noch gerechnet werden: Birke, Vogelbeere, Bergkiefer, Weymouthskiefer, Thuja und Sumpfzypresse (Taxodium).

b) Holzalter.

Junge Holzpflanzen gehen auf vernaßtem Boden unter Mitwirkung der oben erwähnten erhöhten Frostgefahr leichter zugrunde als ältere. Stangen- und Baumhölzer, zumal Fichte und Kiefer, leiden in Sumpflagen häufig an Wurzelfäule.

c) Standort und Bodenüberzug.

Im Tieflande treten Vernässungen häufiger auf als im Höhenlande, auf massigem Gesteine mehr als auf zerklüftetem, im schweren, bindigen Boden öfter als im lockeren. Einzelne dauernd nasse Stellen, ohne daß eine eigentliche Quelle sichtbar wird, sog. Naßgallen, kommen aber auch auf sandigem Boden (Bundsandstein) vor.

Gewisse Forstunkräuter (Riet- und Wollgräser, Binsen, Simsen) und die eigentlichen Torfpflanzen (Torfmoose) begünstigen die Versumpfung. (Vgl. S. 151.)

d) Bestandesschluß.

Die Sumpfbildung wird, zumal im Gebirge, durch Entwaldung befördert. Man macht hier im allgemeinen — namentlich in Nadelwaldungen — die Beobachtung, daß versumpfte, mit Jungwüchsen bestockte Örtlichkeiten in dem Maße trockener werden, als das Holz höher wird und sich schließt. Umgekehrt entstehen unter gewissen Bodenverhältnissen nach dem Abtriebe der Bestockung wieder Sumpfstellen.

Ein Beispiel der entsumpfenden Wirkung des Nadelwaldes ist folgendes: Der Wald von St. Amand, nördlich von Valenciennes, auf kieseligem, mit wenig Ton gemischtem Sande stockend, war bis 1843 mit verkümmertem Strauchwuchse bestockt und versumpft.

---

1) Verhdlgn. d. Pfälz. Forstvereins 1881, 11.

Man rodete in diesem Jahre die ertragslosen Büsche und pflanzte Kiefern an. Der Boden wurde hierdurch zunehmend, und zwar bis über 1,5 m Tiefe, trocken. Die früher heimischen Schnepfen verließen den Ort. Zwei bis drei Quellen und ein kleiner Bach verschwanden.

Auch die hohe Venn im Eifelkreis und die hohe Rhön bieten Belege dafür, daß die Entwaldung der Gebirgshöhen Versumpfungen zur Folge hat. Das Plateau der Rhön wurde entwaldet, um das Klima zu verbessern und das gerodete Terrain landwirtschaftlich zu benutzen. Der Ackerbau mußte aber mit der Zeit dem Graswuchse weichen, und selbst die Heuerträge gingen von Jahr zu Jahr zurück, bis endlich die Flächen mit Moos sich überzogen und versumpften. Man hat daher in neuerer Zeit (z. B. auf dem Dammersfelde) wieder mit der Aufforstung begonnen.

Einige andere Beispiele von Entsumpfung bzw. Quellenrückgang durch Bewaldung und andererseits Versumpfung bzw. Quellenzunahme durch Entwaldung aus den braunschweigischen Revieren Helmstedt und Lehre werden im Anschluß an einen Aufsatz von J. R. Ritter v. Lorenz-Liburnau[1]) von Alers[2]) mitgeteilt.

Auch alle neueren Untersuchungen von Ebermayer[3]), Hoppe[4]), Ramann[5]), Bühler[6]) u. a. über den Wassergehalt des Bodens weisen auf den großen Wasserverbrauch der Wälder und auf den austrocknenden Einfluß gut geschlossener Bestände hin. Gewisse Holzarten, namentlich Fichte, drainieren den Boden derart, daß sie nach Rey[7]) selbst dem Fortbestehen der Quellen nachteilig werden.

Die günstige Einwirkung des Waldes in bezug auf Verringerung der Bodenfeuchtigkeit auf vernaßten und versumpften Flächen erklärt sich zum wesentlichen Teil aus dem mit der Transpiration der Waldbäume zusammenhängenden, je nach Holzart, Bestandesalter, Klima usw. mehr oder weniger erheblichen Wasserbedarf. Daneben kommt als mitwirkende Ursache in Betracht, daß ein Teil der atmosphärischen Niederschläge von den Zweigen und Blättern des Kronenraumes aufgefangen wird und von hier, ohne zu Boden zu gelangen, wieder verdunstet. Die Größe dieses Teiles hängt zunächst von der Holzart, in zweiter Linie von der Entwicklung des Kronendaches ab. Je größer das letztere ist, um so größer ist auch die Menge des zurückgehaltenen Wassers. Daß die Nadelhölzer in dieser Beziehung mehr zu leisten vermögen als die Laubhölzer, ist ohne weiteres verständlich.

Wie die Beobachtungen der forstlich-meteorologischen Stationen bzw. die von Einzelbeobachtern (Bühler) ergeben, kann man die nicht auf den Boden gelangenden Niederschläge bei geschlossenen Nadelholzbeständen zu 20—33 %, bei Laubholzbeständen zu 14—20 % der Gesamtniederschlagsmenge annehmen. Ein Teil des zunächst zurückgehaltenen Wassers gelangt allerdings durch Abfließen am Stamm nachträglich zu Boden; doch scheint dieser Betrag nur bei den Laubhölzern beträchtlicher, bei den Nadelhölzern aber so gering zu sein, daß er vernachlässigt werden kann.[8])

Andererseits hängt der Einfluß des Waldes auf die Bodenfeuchtigkeit so sehr von den klimatischen Verhältnissen der jeweilig in Betracht kommenden Gegend, namentlich von der Meereshöhe und der Niederschlagsmenge, ferner von Holzart, Bestandesbeschaffenheit und anderen von Fall zu Fall wechselnden Faktoren ab, daß es erklärlich ist, wenn auch umgekehrt Örtlichkeiten aufgefunden worden sind, wo der Wald die Bodenvernässung nicht gemindert, sondern gefördert hat. Die durch den Wald stark beeinträchtigte Verdunstung des Bodenwassers wird in solchen Lagen durch den Kahlabtrieb, d. h. durch ungehinderte Einwirkung von Sonne und Wind naturgemäß unter wesentlich günstigere Bedingungen gestellt.

---

1) Zbl. f. d. ges. Fw. 1890, 113. — 2) Das. 1890, 211, 317, 474. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1890, 451. — 3) Das. 1889, 1. — 4) Zbl. f. d. ges. Fw. 1895, 99. — 5) Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 697; 1906, 13. — 6) Mittlgn. d. Württembg. Forstl. Versuchsanstalt, Hft. 1, 1906, 24. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1903, 484. — 7) Der Wald und die Quellen. Tübingen 1893. — Forstw. Zbl. 1901, 462. — 8) Hoppe: Mittlgn. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs. XXI. Hft. Wien 1886.

3. Schutzmaßregeln.

A. Vorbeugungsmaßregeln.

1. **Erhaltung des Waldes und gut geschlossener Bestände, zumal im Gebirge.** Die wichtigste Rolle spielen hier die schattenertragenden Nadelhölzer Fichte und Tanne. Der große Bedarf der Fichte an Boden- und Luftfeuchtigkeit macht diese Holzart bekanntlich zum ausgesprochenen Gebirgsbaum und verleiht ihr sowohl in den höheren Lagen wie auch in den sumpfigen Tiefebenen und Flußniederungen der nördlicheren Gebiete eine erhöhte Bedeutung bei der Bewirtschaftung vernaßter Flächen. Im Zurückhaltungsvermögen der Baumkronen gegenüber dem Niederschlagswasser scheint die Fichte von den Kiefernarten aber übertroffen zu werden. Wenigstens lassen die Beobachtungsergebnisse der preußischen und bayrischen forstlich-meteorologischen Stationen erkennen, daß die Kiefernbestände in den Kronen 5—7 % der Gesamtniederschlagsmenge mehr zurückzuhalten und von den Kronen aus zu verdunsten vermögen als die Fichtenbestände.[1])

2. Beseitigung der Sumpfgewächse.

3. Beförderung des Luftzuges in nassen Tieflagen durch Ausjätungen, Durchforstungen, Aufästungen und Entfernung des Unterholzes.

4. Offenhalten aller Gräben und Bäche im Forste. Die Reinigung von Schilf, Laub und allen Sinkstoffen ist jährlich mindestens einmal (im Herbste) vorzunehmen.

5. Regulierung der Waldgewässer (s. S. 372).

B. Bekämpfungsmaßregeln.

Entwässerung.[2])

Ein Übermaß von Bodennässe kann nur durch Entwässerung gründlich beseitigt werden. Bevor diese eingeleitet wird, ist eine sorgfältige Untersuchung aller in Betracht kommenden Verhältnisse anzustellen, weil mit unvorsichtigen Entwässerungen ausgedehnter Flächen allgemeine und auf weite Strecken hin fühlbare Nachteile verknüpft sein können, welche die forstlichen Vorteile (Gewinnung von Holzboden und Steigerung des Holzwachstums) leicht überwiegen, sodaß der Gesamterfolg der Entwässerung schließlich eine negative Größe darstellt.

Wie die Erfahrung[3]) gezeigt hat, haben Entwässerungen hin und wieder eine zu weitgehende Verminderung des Bodenwassers zur Folge, namentlich in Fällen, wo es sich um Ableitung oberen Grundwassers handelt. Es tritt dann leicht eine so starke Senkung des Grundwasserspiegels ein, daß der Wurzelraum der Bäume beeinflußt und Zopftrocknis, Kümmern oder gänzliches Absterben derselben herbeigeführt wird. Je beträchtlicher die Grundwassersenkung ist, um so mehr machen sich ihre Folgen bemerkbar, und zwar zunächst bei den flachwurzelnden Holzarten, da bei diesen die Einwirkung des Grundwassers auf den Wurzelraum am ehesten aufhört. Bei Holzarten mit tiefgehenden Wurzeln bzw. geringem Feuchtigkeitsbedarf

1) Ney (Forstw. Zbl. 1901, 448) hingegen gibt an, daß im Fichtenwalde 33 1/3 %, im Kiefernwalde 20 % und im Buchenwalde 15 % der Gesamtniederschlagsmenge nicht auf den Boden gelangen. — 2) Schramm, Thar. Jhrb. 1852, 69. — Rettstadt: das. 1859, 155. — Classen: Krit. Bl. 1860. 42. Bd. II, 172. — Müller: Ztschr. f. F. u. Jw. 1884, 39. — Bargmann: Forstw. Zbl. 1898, 624. — Vater: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1905, 6. — 3) Zur Literatur: Reuß, L.: Die Entwässerung der Gebirgswaldungen. Prag 1874. Vonhausen, W.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1873, 213. — v. Tücker: Ztschr. f. F. u. Jw. 1881, 185. — Kraft: A. d. Walde. VI. 1875, 112. — Vater: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1905, 26.

macht sich der ungünstige Einfluß starker Entwässerung nicht in dem Maße geltend; immerhin pflegt er auch bei diesen in den verschiedenen Altersklassen mehr oder minder deutlich in Erscheinung zu treten. Es geht daraus hervor, daß Bäume, deren Organe auf einen großen Wasserverbrauch eingerichtet sind, eine durch Entwässerung veranlaßte wesentlich geringere Befriedigung ihres Wasserbedarfes nicht oder wenigstens nicht ohne ernstere Störungen ihres normalen Gedeihens zu überwinden vermögen. Weiter kommt hinzu, daß sich infolge der Entwässerung der Boden mehr oder weniger setzt, so daß die bei ursprünglich hohem Grundwasserstand ohnehin zumeist hochliegenden Wurzeln leicht bloßgelegt werden. Als unangenehme Nebenwirkung von zu starken Entwässerungen ist örtlich (Rev. Naunhof bei Leipzig) außerdem eine bedrohliche Vermehrung der im Boden lebenden Insekten (Maikäfer, Nematus abietum) und Tiere (Kaninchen) beobachtet worden.

Es ist selbstverständlich, daß durch das infolge der Entwässerung eintretende Sinken des Grundwasserspiegels und durch das Trockenwerden der oberen Bodenschichten auch die an den Wald stoßenden Fluren in Mitleidenschaft gezogen werden können. Die in solchen Fällen eintretende Abminderung der landwirtschaftlichen Ernten würde gleichfalls auf das Konto der Entwässerung zu setzen sein.

Wo sich die vorstehend genannten Schäden in größerer Ausdehnung in dieser oder jener Form zeigen, hängen sie aber zumeist nicht mit den zu forstlichen Zwecken im Walde vorgenommenen Entwässerungen zusammen, sondern sind häufiger Folgeerscheinungen der zugunsten der Wasserversorgung von Gemeinwesen im Walde errichteten wasserwirtschaftlichen Anlagen.

Größere, forstlichen Interessen dienende Entwässerungen sind bisher im allgemeinen nur in den höheren Gebirgslagen im Gebiete der Hochmoore ausgeführt worden. Die zeitweilig herrschende Vorliebe für derartige Entwässerungen hat in neuerer Zeit einer gegenteiligen Auffassung Platz gemacht, weil man ungünstige Veränderungen des Klimas und der Niederschlagsverhältnisse, sowie Beeinträchtigungen der Wasserführung der Bäche und Flüsse mit den Entwässerungen der Hochmoore mit mehr oder weniger Recht in Zusammenhang brachte und weil die bei der Aufforstung der entwässerten Moorböden erzielten Erfolge den Erwartungen und den Entwässerungskosten oftmals nicht entsprachen. Man beläßt dem Moorboden neuerdings mehr Feuchtigkeit, um den auf ihm stockenden Bäumen die Möglichkeit zu erhalten, das für sie notwendige Wasser aufnehmen zu können.

Die eben angedeuteten Nachteile zu weit getriebener Entwässerungen sind (nach Reuß) insbesondere in den Gebirgsforsten der fürstlich Colloredo-Mannsfeldschen Domäne Dobřis beobachtet worden. Durch die im Jahrzehnt 1858/67 massenhaft angelegten Abzugsgräben (50 Meilen im ganzen) war das Wachstum in Wald und Feld in solchem Maße zurückgegangen, daß man einen großen Teil der Gräben wieder zufüllen und den Entwässerungsapparat außer Betrieb setzen mußte.

Auch im Harz ist man in den 1840er Jahren mit den Entwässerungen vielfach zu weit gegangen. Man hat hier besonders im hannoverschen Teile versucht, die Torfmoore (am Brocken) zu entwässern und mit Fichte zu bestocken. Der großen Kosten und geringen Erfolge wegen ist später davon aber wieder Abstand genommen wnrden.

Von dem günstigen Einflusse der Trockenlegung versumpfter Ebenen in hygienischer Beziehung abgesehen, kommt, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, den Entwässerungen im Walde nur eine lokale Bedeutung zu. Als Grundsatz ist bei allen Waldentwässerungen jedenfalls festzuhalten, nur das im Übermaß vorhandene Wasser zu entfernen; die Entwässerung darf die für die Erhaltung der Bäume

notwendige Grenze nicht überschreiten. Besondere Vorsicht ist bei der Entwässerung bereits bestockter Böden nötig. Bei örtlichem Wasserüberfluß bedarf es bisweilen nicht einmal einer Entwässerung; ein solcher kann vielmehr oft schon durch Anlage von kleinen Stauweihern, Fischteichen und sonstigen Sammelbecken oder durch Verschiebung der Feuchtigkeit nach anderen, weniger wasserreichen Stellen hin behoben werden.

Ausführung der Entwässerung.

In bezug auf die Ausführung der Entwässerung unterscheidet man folgende Verfahren:

I. Horizontale Ableitung des Wassers.
- 1. Offene Entwässerung.
  - A. Gewöhnliches Verfahren.
  - B. Senkung des Wasserspiegels durch ein System von Stückgräben (Kaisers Verfahren).
- 2. Gedeckte Entwässerung.
  - A. Sickergräben, Sickerdohlen usw.
  - B. Röhrendrainage.

II. Vertikale Ableitung des Wassers.

I. Horizontale Ableitung des Wassers.

1. Offene Entwässerung durch Gräben.

A. Gewöhnliches Verfahren.

Von Wichtigkeit sind Art und Weise der Anlage des Grabensystems, Ausmaße der Gräben, sowie Zeit und Art der Ausführung der Entwässerung. Auf diese einzelnen Punkte soll im Folgenden näher eingegangen werden.

a) Anlage des Grabensystems.

Das Grabensystem hängt nach Gestalt und Umfang sowohl von der Ursache der Versumpfung, wie namentlich auch von der Ausformung des vernaßten Geländes ab. Um seinen Zweck zu erfüllen, muß das Grabennetz der Örtlichkeit angepaßt werden. Es handelt sich hierbei weniger um Zahl und regelmäßige Anordnung der Gräben als vielmehr um ihre zweckmäßige Lage.

In Ebenen und Niederungen legt man — nach vorausgegangenem Nivellement — ein vollständiges Entwässerungsnetz, aus Haupt- und Nebengräben bestehend, über die Fläche (Abb. 111 und 112).

Die Haupt- oder Abzugsgräben (Gräben I. Ordnung) haben die Bestimmung, das ihnen durch die Nebengräben zugeführte Wasser abzuleiten; die Neben- oder Sauggräben (Gräben II. Ordnung) (*s*) hingegen sollen das Wasser im Boden aufsaugen.

Die Richtung der Gräben hängt von dem Gefälle ab.

Bei mäßigem Gefälle werden die Hauptgräben (*h*) in die Richtung des größten Gefälles gelegt, um die nötige „Vorflut" zu schaffen; in stark geneigtem Gelände ist dieses Verfahren unstatthaft. Im steilsten Gefälle verlaufende Gräben wür-

den in solchem Falle das Wasser zu schnell abführen und würden der Gefahr der Sohlenausspülung, Uferunterwaschung und Bildung tiefer Wasserrisse ausgesetzt sein. Außerdem leisten Steilgräben der Entführung fruchtbarer Erde in gleicher Weise Vorschub wie der Ansammlung von Geröll, Reisig usw. und der Versetzung der Bachläufe. Man führt die Hauptgräben deshalb bei zu großem Gefäll mehr oder weniger schräg am Hang nach abwärts oder gibt ihnen, wenn es auch dann an Vorflut nicht mangelt, zwecks Verlangsamung des Wasserabflusses eine mehr horizontale Lage. In dem Maße sie horizontal gelegt werden, verlieren die Abzugsgräben naturgemäß ihren Charakter als solche und werden zu Sauggräben, von denen dann jeder einzelne eine Ausmündung in die nächste natürliche Bachrinne haben muß.

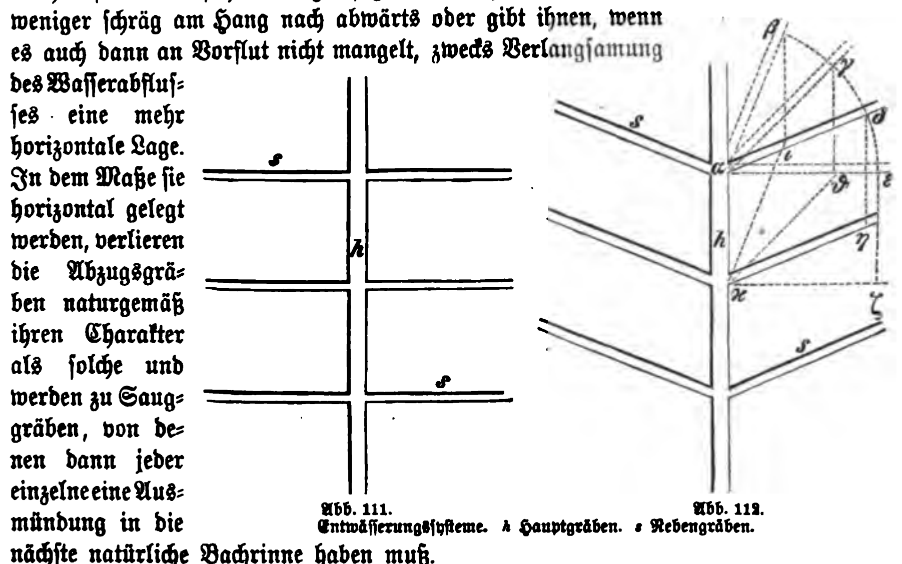


Abb. 111. Abb. 112.
Entwässerungssysteme. h Hauptgräben. s Nebengräben.

Läßt es sich auf stark geneigter Fläche nicht umgehen, den oder die Hauptgräben in die Richtung des stärksten Gefälles zu legen, so muß unter Umständen Abstaffelung der Sohle, sowie Pflasterung oder Verschalung derselben ins Auge gefaßt werden, um den oben genannten mechanischen Schäden vorzubeugen.

Das beste Gefälle für die Hauptgräben ist je nach Bodenarten 0,5—1 %; jedoch zwingt die natürliche Lage oft zur Annahme eines (wenigstens streckenweise) größeren Gefälles.

Die Nebengräben (s) müssen, um ihrer Bestimmung — saugend zu wirken — entsprechen zu können, die Linie des Steilgefälles durchschneiden und in den Hauptgraben einmünden. Diese Einmündung kann entweder recht- oder spitzwinkelig geschehen.

Die rechtwinkelige Einmündung (Abb. 111) hat den Vorzug, daß bei gleicher Grabenlänge die größte Fläche entwässert wird. Je spitzer der Winkel ist (Abb. 112), desto kleiner wird das entwässerte Gebiet ($\alpha\varepsilon\zeta\varkappa > \alpha\delta\eta\varkappa > \alpha\gamma\vartheta\varkappa > \alpha\beta\iota\varkappa$). Man ist bei der Wahl des Einmündungswinkels natürlich in erster Linie vom Gefälle abhängig, indem die Nebengräben in um so spitzerem Winkel einmünden müssen, je schwächer das Gefälle ist. Übrigens kann bei schwachem Gefälle durch entsprechende Vertiefung der Sohle der Sauggräben nach dem Abzugsgraben hin nachgeholfen werden. Das hier und da beliebte parallele Anlegen der Sauggräben ist nur bei ganz neigungsgleichem Gefälle gerechtfertigt.

Über den zweckmäßigen Abstand der Gräben voneinander entscheiden die fortzuführende Wassermenge, das Gelände und die Bodenbeschaffenheit.

Der Grabenabstand muß im umgekehrten Verhältnisse zum Wasserreichtume des Bodens stehen. Je lockerer das Erdreich ist, desto leichter vollzieht sich die seitliche Wasseraufnahme. Im Mittel legt man die Sauggräben in einem Abstand von 15—20 m an. In stark vernäßtem Gelände müssen unter Umständen geringere Entfernungen (bis 10 m) gewählt werden, während im umgekehrten Falle eine Erweiterung bis zu 30 m sich empfehlen kann.

Seihwasser fängt man in möglichster Nähe des Flusses mittels tiefer, parallel zum Flußlauf angelegter Gräben oder Sickerkanäle auf und leitet es dem Flusse wieder zu.

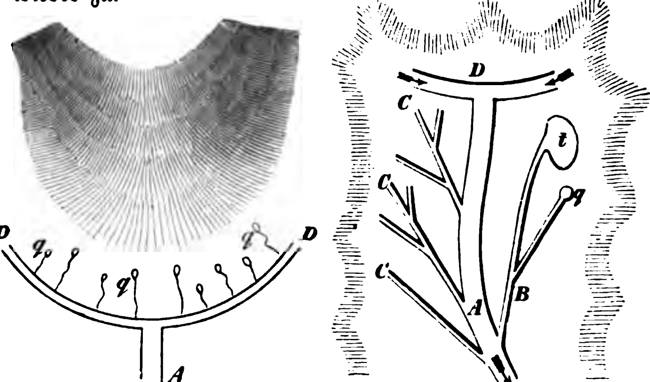


Abb. 113. *D* Kopfgraben. *A* Abzugsgraben. *q* Naßgallen und Hungerquellen.

Abb. 114. *D* Kopfgraben. *A* Hauptabzugsgraben. *B* Zuleitungsgraben. *C* Auffanggräben. *q* Quellen. *t* Wassertümpel.

Gegen oberflächig austretendes Wasser können nur feste und hinreichend hohe Dämme (Deiche) einen ausreichenden Schutz gewähren.

An Berghängen (Abb. 113) fängt man das aus wasserführenden Schichten hervorquellende Wasser dicht unterhalb und längs seiner Austrittsstelle durch einen dem Gelände sich anschmiegenden, entsprechend tief zu stechenden Auffanggraben (Isolier- oder Kopfgraben *D*) auf und leitet es mit Hilfe eines Abzugsgrabens (*A*) in der Richtung des natürlichen Gefälles weiter. Etwaige oberhalb des Kopfgrabens sich vorfindende Naßgallen (Brunkeln) und sog. Hungerquellen (*q*) geben dann ihr Wasser gleichfalls nach dorthin ab.

Bei geringem Gefäll und großem Wasserandrange (Abb. 114) in einem sumpfigen Terrain werden außer dem Hauptabzugsgraben (*A*) noch einige parallel verlaufende, schräg in den Hauptgraben einmündende Seiten- bzw. Auffaugungsgräben (*C*) notwendig. Aus den etwa seitwärts vorkommenden Wassertümpeln (*t*) oder Quellen (*q*) führt man das Wasser durch schmale Zuleitungsgräben (*B*) dem Hauptgraben zu und läßt erstere spitzwinkelig einmünden, damit der Wasserabzug im Hauptgraben nicht gehemmt und der Unterhöhlung der gegenüberliegenden Grabenwand vorgebeugt wird.

b) Ausmaße der Gräben.

1. Die Weite der Entwässerungsgräben richtet sich nach dem Wasserreichtum des Bodens, dem Gefäll und dem Zwecke der Gräben. Je nässer der Boden und je schwächer das Gefäll ist, desto breiter muß man die Gräben machen. Ferner ist den Hauptgräben eine größere Weite zu geben als den Seitengräben. Auffanggräben sind wie Auffauggräben zu behandeln. Die obere Weite der Hauptgräben ist auf etwa 1—1,5 m, die der Nebengräben auf 0,30—0,70 m zu bemessen.

2. Die Tiefe der Gräben hängt in erster Linie davon ab, ob bloß Ober-

flächen- oder auch Grundwasser entfernt werden soll. Außerdem kommen die physikalischen Bodeneigenschaften und der Untergrund in Betracht.

Tonboden erfordert eine größere Tiefe der Gräben als Lehmboden; dieser wieder größere Tiefe als sandiger Lehmboden usw. Auf Moorboden führt man die Gräben bis zum Mineralboden, vorausgesetzt, daß der unter dem Moore liegende Boden kein Sandboden ist. Wenn ein solcher vorhanden ist, läuft man beim Anschneiden des Mineralbodens, zumal in den Hauptgräben, Gefahr, daß die Grabensohle auseinander läuft und den auflagernden Moorboden zum Nachstürzen bringt. Kostspielige Sohlenversicherungen würden dann notwendig werden; auch wären in solchem Falle ebenso teure Räumungsarbeiten infolge Hochkommens des Sandes oftmals unvermeidlich.

In der Praxis pflegt man in der Regel die halbe Oberweite als Grabentiefe anzunehmen. Eine zu große Tiefe ist überflüssig, sogar schädlich, weil hierdurch der Untergrund seine Eigenschaft als Wasserreservoir während der trockenen Jahreszeit verliert. Bei der Bemessung der den Gräben zu gebenden Tiefe darf im allgemeinen nicht der Frühlingsstand des Wassers zugrunde gelegt werden, sondern der Sommerstand.

3. Die Böschung wird vom Bindigkeitsgrade der Erdkrume und vom Gefälle bedingt. Je lockerer der Boden und je stärker das Gefälle ist, desto flacher muß die Böschungswand angelegt werden.

Bindiger Boden gestattet steilere Wände, sehr steile der Tonboden, die steilsten der Torfboden. Bei gewöhnlichen Forstgräben pflegt man ½- bis 1 meterige, auch wohl 1½ meterige Böschung einzuhalten, d. h. mit 1 m senkrechter Tiefe tritt die Grabenwand um ½, 1, 1½ m zurück.

Erfahrungsmäßig genügt für

Torfboden	½	meterige Böschung.
Tonboden	1	
strengen Lehmboden . . .	1	
sandigen Lehmboden . . .	1½	
Sandboden	2—3	

Größere Gräben im Sandboden, welche Wasser führen, erhalten gewöhnlich 2meterige Böschung.

In der Schneifel[1]) haben sich folgende Ausmaße am meisten bewährt: Sohlenweiten von 0,8 m (Hauptgräben) bis zu 0,2 m (Nebengräben); Tiefen von 1,3—1,6 m für Hauptgräben, 0,3—1 m für Nebengräben.

In den Waldungen bei Gießen gibt man den

Hauptgräben 1,00 m Oberweite, 0,26 m Sohle und 0,50 m Tiefe,
Nebengräben 0,50 m „ 0,14 m „ „ 0,25 m „ .

Böschung in beiden Fällen etwa ¾.

Es empfiehlt sich, die Hauptgräben an geeigneten Stellen mit Stauvorrichtungen (Schleusen) zu versehen, um den Entwässerungsapparat in trockenen Jahren außer Tätigkeit setzen und überhaupt ganz nach Maßgabe der Verhältnisse benutzen zu können.

1) Koch: Allg. F. u. J.-Ztg. 1874, 248.

c) Zeit der Entwässerung.

Die Entwässerung soll dem forstlichen Anbaue wenn möglich stets ein oder mehrere Jahre vorausgehen, damit der Boden bis zur Kultur genügend abtrocknen und sich setzen kann. Die geeignetste Jahreszeit für das Ausheben der Gräben ist der Spätsommer oder Herbst, weil der Wasserstand um diese Zeit am niedrigsten und die trockene Witterung am beständigsten zu sein pflegen.

d) Ausführung der Arbeiten.

Man beginnt, da die Herstellung der Vorflut das erste sein muß, mit dem Ausheben der Hauptgräben. Der Ausstich geht von der tiefsten Stelle aus.

Die ausgehobenen Erdmassen dürfen nicht neben dem Graben aufgehäuft werden, damit sie nicht durch Regengüsse in den Graben zurückgeschwemmt werden oder durch Druck schaden können; sie müssen vielmehr zur Ausgleichung etwaiger Vertiefungen benutzt und im übrigen gleichmäßig über die ganze Fläche hin ausgebreitet werden. Hierdurch wird dem Boden zugleich eine in vernaßten Niederungen vielfach sehr erwünschte Erhöhung zu teil. Alsdann folgt das Ausheben der Saug- oder Sammelgräben.

Die Ausführung geschieht am besten im Stücklohn.

e) Würdigung.

Gegenüber der Entwässerung durch Drains hat die Entwässerung durch offene Gräben folgende Vorteile:

1. Offene Gräben beanspruchen die geringsten Herstellungskosten.
2. Sie führen schädliche Tagwässer am besten und schnellsten ab.
3. Sie beanspruchen nur geringes Gefälle und sind deshalb in allen Lagen, wo es an Vorflut fehlt, am geeignetsten.
4. Sie lassen reparaturbedürftige Stellen am leichtesten erkennen und gestatten wohlfeile Ausbesserungen der Beschädigungen.
5. Sie fördern die Durchlüftung des Waldbodens und erleichtern das Anbringen von Stauvorrichtungen.

Als Nachteile der Grabenentwässerung sind zu verzeichnen:

1. Verlust an produktiver Fläche. Im Walde hat dieser Nachteil selbst bei Gräben mit sehr flachen Böschungen aber bei weitem nicht die Bedeutung wie auf landwirtschaftlichen Flächen.
2. Erschwerung des Verkehrs, insbesondere des Transportes der Forstprodukte. Notwendigkeit von Brücken und Durchlässen.
3. Höhere Unterhaltungskosten infolge alljährlich notwendig werdender Räumung.
4. Leichte Beschädigung der Gräben durch Menschen, Weidevieh, Frost und Elementarereignisse.
5. Unter Umständen zu reichliche bzw. zu rasche Abführung des Wassers, wodurch leicht zeitweiser Wassermangel entstehen kann, abgesehen von den möglichen Beschädigungen am Gelände in den tieferen Lagen.

Dem zuletzt angeführten Nachteile läßt sich durch Maßhalten in bezug auf Zahl und Ausmaße der Gräben bis zu einem gewissen Grade vorbeugen. Bei lange währender Schneeschmelze (im Gebirgswald) oder ungewöhnlich starken Regengüssen kann

aber durch ein geradliniges, im stärksten Gefälle angelegtes Grabensystem eine so große Wassermasse auf dem kürzesten Wege aus dem Walde weggeführt werden, daß dieser Entwässerungsmethode, die im allgemeinen die Regel bildet, doch hier und da ernstere Bedenken entgegenstehen, namentlich auf stark vermoorten Böden, wo das in den Gräben zusammenlaufende Wasser überdies durch mehr oder weniger starkes Aufwühlen des tiefer gelegenen Geländes schadet.

Unter solchen Verhältnissen verdient daher das nachstehende Entwässerungsverfahren den Vorzug.

B. Kaisersche Entwässerungsmethode.[1])

Der leitende Gesichtspunkt dieses Verfahrens besteht in grundsätzlicher Vermeidung einer direkten Wasserabführung aus dem Walde und gleichwohl Herbeiführung der vollständigen Wirkung der Entwässerung.

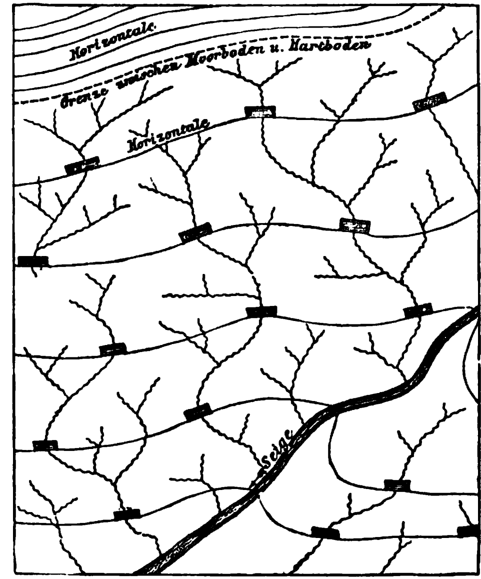


Abb. 115. Entwässerung nach dem System Kaiser.

Dieses Ziel wird erreicht durch Senkung des Grundwassers bzw. durch Tieferlegen des Wasserspiegels mittels einer Anzahl von über die zu entwässernde Fläche ziemlich gleichmäßig verteilten Stückgräben (Sammelgruben), verbunden mit einem System kleiner seitwärts sich verbreitender Gräben (Abb. 115).

Die Stückgräben werden 1—2 m lang, etwa 1 m tief und ebenso breit ausgehoben und in der Weise angeordnet, daß ihre Reihen in ein und dieselbe Horizontale zu liegen kommen. Die in sie einmündenden kleinen Seitengräbchen, deren Tiefe der beabsichtigten Grundwassersenkung entsprechen muß, werden rechtwinkelig zu den Stückgräben ausgestochen.

Die Vorzüge dieses Systems sind folgende:

1. Die zu rasche und zu reichliche Abführung des Wassers mit ihren schädlichen Folgen wird vermieden.

2. Man hat den im Interesse der nachfolgenden Kultur wünschenswerten Grad der Entwässerung vollständig in der Hand, da man die seitlichen Sauggräbchen nur so tief auszuheben braucht, als das Grundwasser gesenkt werden soll.

Das aus dem gewachsenen Boden und den ausgeworfenen Erdmassen austretende und in den Stückgräben sich ansammelnde Wasser steigt in diesen nur so hoch, als es in dem seitlichen Gelände fällt.

---

1) Kaiser, Otto: Zschr. f. F. u. Jw. X. Bd. 1879, 447. — Ders.: Beiträge zur Pflege der Bodenwirtschaft mit besonderer Rücksicht auf die Wasserstandsfrage Berlin 1883, 47—51.

3. Auf der ganzen Fläche wird die Verdunstung durch die direkte Einwirkung von Sonne und Wind auf die offenen Wassertümpel gesteigert. Weiter wirkt aber auch die durch den Wasserentzug trockener und hierdurch wärmer gewordene Bodenoberfläche insofern förderlich auf die Verdunstung ein, als sie das kapillare Aufsteigen des Wassers aus den tieferen Bodenschichten erleichtert und durch Wärmestrahlung die darüber stehenden Luftschichten erwärmt.

Die Folgen dieses Prozesses sind für die Waldvegetation günstig. Mit dem Trockenerwerden der oberen versäuerten Bodenschichten verschwinden nach und nach die Wassermoose und saueren Gräser. Infolge nachlassender Torfbildung und besserer Zersetzung der Humusmassen hebt sich die chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Flechten an den Baumstämmen verschwinden. Die Frostgefahr nimmt ab und die seither kurzen Jahrestriebe strecken sich energisch.

Bei Anwendung dieser Methode wird mithin „das Wasser tatsächlich im wahren Sinne des Wortes in den Dienst des Waldes gestellt".

Das vorstehend beschriebene Entwässerungsverfahren wurde von 1883 ab zunächst durch Leythäuser, später durch Reisenegger im bayr. Forstamte St. Oswald auf vermoorten Flächen („Auen" und „Filzen") ein- bzw. durchgeführt.[1]) Die Stückgräben bzw. Gruben (Abb. 115) wurden in der Richtung der Horizontalen schachbrettartig über die Fläche verteilt, 2 m lang, 1 m breit und 1 m tief gemacht und wurden besonders an wasserreichen Stellen (Bodeneinsenkungen, Quellen usw.) ausgehoben. Die bogenförmig verlaufenden und nervenstrangartig verzweigten Saugräbchen wurden in senkrechter Richtung zu den Gruben 30—45 cm breit und tief ausgestochen. Diese Tiefe genügt, um den jungen Pflanzen (Fichten) das Anwurzeln außerhalb des Bereiches des Grundwassers zu ermöglichen. Die Überführung des Wassers, welches die Stückgräben nicht zu fassen vermögen, besorgten Überfall- oder Ableitungsgräbchen, die, wenige Zentimeter unter dem oberen Rande der Sammelgruben abgehend, die einzelnen staffelförmig übereinander gelegenen Stückgräben verbanden. Die Ableitung des Überlaufwassers erfolgte somit stufenweise, d. h. von dem höher gelegenen Stückgraben zu dem nächst tieferen. Ein unterhalb des Entwässerungsfeldes vorhandenes kleines Rinnsal bot die nötige Vorflut, um das Überlaufwasser der untersten Stückgrabenstaffel abzuleiten. Wo es an einer natürlichen Ausflußmöglichkeit fehlt, muß die zu entwässernde Fläche vor der Ausführung des Grabennetzes gegebenenfalls durch einen Umfassungsgraben isoliert werden, damit das Überfallwasser in diesen abgeleitet werden kann.

Das System funktionierte tadellos. Die gewünschte Senkung in den Stückgräben blieb, wie durch Messung konstatiert wurde, in keinem Falle aus.

Die Kosten betrugen im einzelnen: 70—80 Pf. für 1 m Stückgraben, 4—5 Pf. für 1 m Saug- oder Überfallgraben, 20 Pf. für das Reinigen eines Stückgrabens und 1—2 Pf. für das Reinigen von 1 m Sauggraben.

Die ganze Neuanlage kostete nach einem Durchschnitt aus dem Zeitraum 1883/90 bei 4 Stückgräben und 227 m Saugräbchen usw. auf 1 ha 28 Mk.

Bei 11—12 Stückgräben und 400 m kleinen Gräben würden sich die Kosten entsprechend höher stellen. Die Nachbesserung dürfte einen Kostenaufwand von 4—5 Mk. für 1 ha erfordern.

Dieser Aufwand ist nicht erheblich größer als bei der gewöhnlichen oberirdischen Ableitung des Wassers durch Vollgräben. Der Mehrbetrag für das System Kaiser kann jedoch für Örtlichkeiten, wo es überhaupt möglich ist, das Wasser im Walde zurückzuhalten, mit Rücksicht auf den Erfolg — möglichst geringer Wasserentzug bei Erzielung der beabsichtigten Wirkung — nicht in Frage kommen.

Eine nicht unwesentliche Schattenseite des besprochenen Systems besteht aber darin, daß durch die Sammelgruben — wenigstens in tiefen Lagen — künstliche Frostlöcher

1) Leythäuser; Forstw. Zbl. 1892, 325. — Wallenreuther: das. 1894, 203.

geschaffen werden, welche die örtliche Frostgefahr steigern, während diese doch durch die Entwässerung beseitigt werden soll.

2. Gedeckte Entwässerung.

Die gedeckte Entwässerung erfolgt entweder durch Sickergräben oder durch Röhren (Drainage).

A. Sickergräben, Sickerdohlen.

Um dem Verlust von produktiver Fläche oder zu raschem Wasserabfluß vorzubeugen, sind schon in früher Zeit[1]) unterirdische Entwässerungsanlagen dadurch geschaffen worden, daß man Gräben aushob und wieder zuschüttete, nachdem auf ihrer Sohle ein Sickerkanal in Gestalt einer mehr oder weniger durchlässigen Schicht

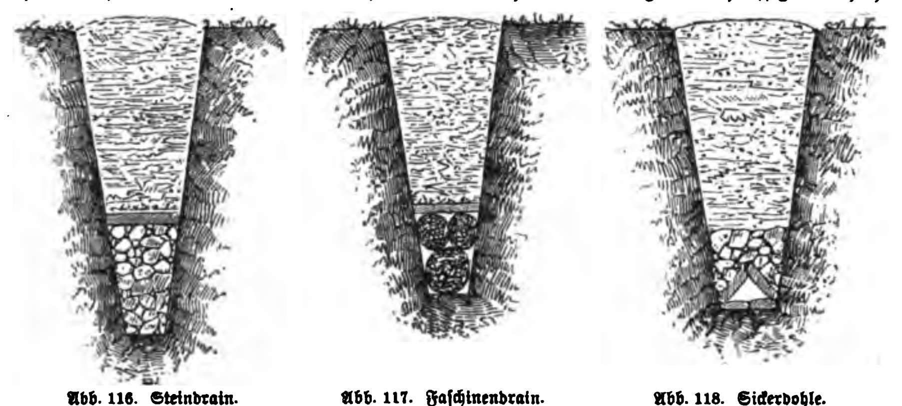


Abb. 116. Steindrain. Abb. 117. Faschinendrain. Abb. 118. Sickerdohle.

(Sickergräben) oder einer längere Zeit offenbleibenden Abflußrinne (Sickerdohlen) hergestellt worden war. Ohne weitere Beachtung der jeweilig angewendeten Bauart des Sickerkanals bezeichnet man die unterirdischen Ableitungsgräben allgemein auch als Unterdrains oder Rasseln, Rasselkanäle, Fontanellen.

a) Bau.

Der gewöhnliche Bau der Sickergräben bzw. Sickerdohlen ist aus den Abbildungen 116—118 ersichtlich.

Man hebt 1—$1^1/_4$ m tiefe, oben 0,8 m und unten etwa 0,3 m breite Gräben aus, bedeckt ihre Sohle nach Ablauf des stagnierenden Grundwassers ungefähr 0,5 m hoch mit Steinen, Schlacken usw., dichtet diese durch größere Zwischenräume gekennzeichnete Sickerschicht durch Bedeckung mit Rasenplaggen oder durch eine Schicht Reisig, Binsen oder Schilf ab und füllt den noch vorhandenen leeren Raum mit der ausgehobenen Erde wieder auf. Derartige Sickergräben werden speziell als Steindrains (Abb. 116) bezeichnet.

Eine andere Methode besteht darin, daß man die Grabensohle in Ermangelung von Steinen mit 15—20 cm starken, aus Dornen und sperrigem Reisig geflochtenen Faschinen (Abb. 117) bedeckt, die Zwischenräume längs der Grabenwände mit Moos

1) Die unterirdische Wasserleitung mittels Steinen und Strauchwerk war schon den alten Römern bekannt. In England wurde sie insbesondere durch Elkington ausgebildet und bis in die 1820er Jahre auf den Äckern angewendet.

ausfüttert und zuletzt die ausgeworfene Erde wieder aufbringt (Faschinendrains). Die Faschinen müssen zur Saftzeit aus grünem Holze (Eiche, Erle, Birke, Hasel, Pappel, Ufersträuchern) gehauen, sogleich nach dem Hiebe gebunden und sofort gelegt werden.

An Stelle gebundener Faschinenwürste benutzt man bei der Herstellung von Drains hier und da auch loses Reisig, das — mit dem starken Ende nach aufwärts, d. h. in Richtung des ankommenden Wassers — entweder direkt auf die Grabensohle oder auf kreuzweise in den Graben eingestellte Sperrhölzer gelegt wird.

Faschinendrains werden von Braun[1]) (Darmstadt) ihrer Wohlfeilheit und ihres Erfolges wegen namentlich in schwerem, bindigem Boden empfohlen. Die Harzer Forstwirte hingegen sprechen sich weniger günstig über sie aus.[2])

Wo das hierzu notwendige Material (plattenartige Bruchsteine, Ziegel, getrocknete viereckige Torfstücke) vorhanden ist, errichtet man, wie schon oben angedeutet wurde, an Stelle der aus Steinen oder Faschinen gebildeten Sickerschicht auf der Sohle des ausgehobenen Grabens drei- oder viereckige Kanäle, um auf diese Weise eine dauernde oder doch längere Zeit offenbleibende Abflußrinne zu schaffen. Derartige Unterdrains führen den Namen Sickerdohlen (Abb. 118).

b) Dauer.

Faschinendrains halten etwa 8—10 Jahre. In kalkreichem Boden verfault das Reisig noch früher; in tonigen Böden hingegen kann die Dauer eine längere sein. Wenn bis zum Eintritte der Verwesung der Zweck erreicht wird, so ist ein Vorzug der Faschinendrains darin zu erblicken, daß durch die Kürze ihrer Wirksamkeit einem Übermaß von Entwässerung gesteuert wird. Von größter Bedeutung für die Haltbarkeit der Faschinendrains ist die Frage, ob sie immer im Grundwasser liegen oder nicht. Nur dann, wenn sie so tief eingelegt werden, daß das erstere der Fall ist, ist eine längere Dauer zu erwarten.

Steindrains dauern bis 50 Jahre, verdienen daher vom Standpunkte der Haltbarkeit aus den Vorzug. Sobald sie verstopft sind, ist es natürlich auch mit ihrer Wirksamkeit zu Ende.

c) Würdigung.

Die durch Unterdrains zu erzielende Entwässerung ist keine rasche. Drains eignen sich deshalb nicht zur Fortführung schädlicher Tagwässer, sondern sind im allgemeinen nur für Senkungen und Ableitungen von Grundwasser verwendbar. Man beschränkt die Anlage von Sickerdrains des Kostenpunktes halber in der Regel auf einzelne stets nasse Stellen. Mehr Anwendung finden sie beim Wegebau, z. B. zur seitlichen Ableitung des Wassers im Wegkörper und zur Überbrückung an Stellen, wo Wege oder Viehtriften durch offene Gräben getroffen werden. In erster Linie empfehlen sich für solche Fälle Sickerdohlen; sie sind, gute Ausführung vorausgesetzt, wirksam und haltbar, aber teuer.

Auch beim Wegebau sind die früher üblichen Sickerdrains und Sickerdohlen aber gegenwärtig fast allgemein aufgegeben worden. An ihre Stellen sind Zement- und Tonröhren von entsprechender Lichtweite immer mehr zur Anwendung gekommen und werden besonders zur Wasserableitung quer durch den Wegkörper benutzt. Mit den Vorteilen rascher Fortleitung des Wassers und bequemer Reinigung verbinden sie den einer großen Haltbarkeit.

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1864, 38. — 2) Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1861, 64.

B. Röhrendrainage.[1])

a) Beschaffenheit der Röhren.

Drainröhren sind hart gebrannte Tonröhren von kreisförmigem Querschnitt. Ihre Ausmaße betragen 30—40 cm Länge, 1—1,5 cm Stärke und 3—12 cm Lichtweite. Eine gute Drainröhre muß fest, außen und innen glatt, ohne Sprünge und Risse sein, beim Anschlagen rein klingen, auf dem Bruche eine glatte, gleichmäßige und gleichfarbige Fläche zeigen und den Wechsel aus heißem in kaltes Wasser ertragen können, ohne zu zerspringen.

Der zur Herstellung der Drainröhren verwendete Ton muß möglichst rein sein und daher geschlemmt werden. Beimischungen von Kalk, kalkhaltigem Mergel, groben Sandkörnern usw. beeinträchtigen die Güte des Fabrikates.

Man unterscheidet **Sammeldrains** und **Saugdrains**. Die ersteren sind zur Abführung des gesammelten Wassers bestimmt; die letzteren sollen das Bodenwasser an den Stoßfugen aufnehmen und den Sammeldrains, in welche sie spitz einmünden, zuführen. Die Sammeldrainröhren müssen daher größere Ausmaße besitzen als die Saugdrainröhren.

b) Verlegen der Röhren.

Man beginnt mit dem von unten nach oben erfolgenden Ausheben der **Draingräben**, deren Ausmaße im allgemeinen von den für die offenen Gräben angegebenen Momenten bedingt werden. Rücksichten auf Zeit- und Kostenersparnis legen es nahe, die Gräben so schmal wie möglich herzustellen. Die Wände werden möglichst senkrecht angelegt und der Grabensohle wird ein Gefälle von mindestens 0,2 %, den Saugdrains vielfach ein etwas größeres Gefälle gegeben. Um dem Eindringen von Wurzeln, sowie der Frostgefahr vorzubeugen, müssen die Röhren mindestens 1,25 m tief gelegt werden. Die Gräben für Sammeldrains sind noch etwas tiefer auszuheben als diejenigen für Saugdrains.

Hierauf folgt das **Verlegen**. Man beginnt hiermit am oberen Ende und stößt die Röhren entweder auf der Sohle mit den Enden aneinander, oder es wird bei leicht verschwemmenden Böden vorerst eine fortlaufende Reihe von Ton- oder Dachsteinsohlen untergelegt, um eine möglichst gleichmäßig geneigte Oberfläche herzustellen. Beim Verlegen selbst muß mit größter Genauigkeit zu Werke gegangen werden.

Die lichte Weite der Röhren ist vom Feuchtigkeits- und Bindigkeitsgrade des Bodens abhängig. Sie ist um so größer zu nehmen, je mehr Wasser fortgeschafft werden soll und je leichter eine Verschlämmung der Röhren stattfinden kann. In Sandboden z. B. sind mindestens 5 cm weite Röhren erforderlich.

Sind die Röhren gelegt, so füllt man die Erde wieder in die Gräben ein. Auch hierbei ist die größte Vorsicht nötig, namentlich dann, wenn die Erde steinreich ist, damit die Röhren weder verschoben, noch zertrümmert werden.

Man legt die Drainleitungen je nach Wassermenge, Gelände- und Bodenbeschaffenheit, Tiefe der Röhrenleitungen usw. in Abständen von etwa 10—25 m an. Wo viel Grundwasser vorhanden ist, desgleichen in strengem Ton- und Lettenboden wählt man die engste Entfernung. Je durchlassender der Boden ist, desto weiter kann man die Röhrenstränge legen. Bei grobkörnigem Sandboden kann mit der Entfernung der einzelnen Drainzüge bis auf 30 und 35 m gegangen werden.

---

1) **Vincent**, L.: Die Drainage, deren Theorie und Praxis. 3. Aufl. Leipzig 1860. — **Ders.**: Bewässerung und Entwässerung der Äcker und Wiesen. 4. Aufl. Berlin 1899.

Ist der Boden sehr naß, so muß bei trockenem Wetter und möglichst rasch gearbeitet werden. Das Ausheben der Gräben und das ihm sobald als möglich folgende Verlegen der Drainröhren geschieht am besten im Herbst.

c) **Dauer.**

Die Haltbarkeit der Drainröhren ist von der Bodenbeschaffenheit, Röhrengüte und der beim Legen angewendeten Sorgfalt abhängig. Hart gebrannte, in hinreichender Tiefe und gut gelegte Röhren halten ein Menschenalter und darüber.

Zu Anfang der 1850er Jahre gut gelegte Drains haben sich z. B. auf preußischen Domänen noch in den 1880er Jahren völlig wirksam gezeigt.

d) **Kosten.**

Über Drainierung von Ackergelände liegen viele Kostennachweise vor; über Drainagen in Waldböden hingegen nur wenige, weil solche höchst selten sind. In der Regel stellen sich Drainanlagen im Walde stets höher, weil die Bodenverwurzelung die Arbeit erschwert und weil auch sonstige Hindernisse vorhanden sind, welche in der freien Flur fehlen.

Von einer Angabe mittlerer Kostensätze muß hiernach abgesehen werden.

e) **Würdigung.**

Die Vorteile der Drainierung (und Entwässerung überhaupt) bestehen in Erniedrigung des Wasserstandes im Boden und Gewinnung einer größeren Tiefe der Erdkrume für das Eindringen und Wirken der Atmosphärilien. Den offenen Gräben gegenüber kommt in Betracht, daß die Drainröhren der Holzzucht kein Areal entziehen, Beschädigungen von außen weniger unterliegen und die Wasserabzapfung viel allmählicher besorgen.

Als Nachteile müssen hervorgehoben werden:

1. Hohe Anlage- und Reparaturkosten.

2. Leichte Verstopfung durch Baumwurzeln (sog. Brunnenzopf), durch Wurzeln von Forstunkräutern (Equisetum L., Urtica L. usw.) und Algen.

3. Absetzung von Eisenocker oder kohlen- und schwefelsaurem Kalk im Innern.

4. Verschlämmung durch Sand und andere Sinkstoffe. Zur Beseitigung dieses Übelstandes sind hier und da Senkbrunnen (Brunnenstübchen) anzulegen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese Nachteile im Walde viel mehr zu tage treten als in der Flur. Da überdies die Vorteile der Drainage für den Waldboden weit geringer sind als für Acker- und Wiesenland, so spielt diese Entwässerungsmethode im forstlichen Haushalte gar keine Rolle.

Wenn sie überhaupt vorkommt, so wird sie auf Forstgärten und sauere Waldwiesen beschränkt. Bei Wiesen ist hier und da durch Drainage eine Heuertragssteigerung bis zu 25% und auch eine Verbesserung der Güte des Heues erzielt worden.

II. Vertikale Ableitung des Wassers.

Die Methode der vertikalen Ableitung, d. h. Versenkung des Wassers ist nur dann anwendbar, wenn das undurchlassende Ton- oder Ortsteinlager von geringer Mächtigkeit ist und wenn darunter durchlassender Boden lagert (Abb. 119). Man

bringt die Bohrlöcher (a) an der tiefsten Stelle an und führt sie in genügender Weite durch die undurchlässige Schicht hindurch bis auf den durchlässigen Grund.

Im allgemeinen ist es nur in sehr seltenen Fällen möglich, mit Hilfe des genannten, auch als „holländische Drainage“ bezeichneten Verfahrens die nötige Vorflut für das stagnierende Wasser zu schaffen.

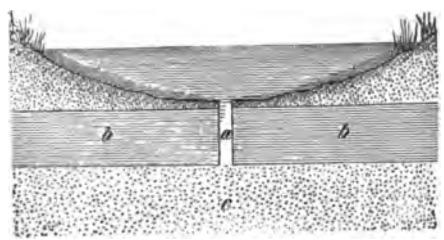


Abb. 119. Versenkung des Stauwassers. a Bohrloch. b Undurchlassende, c durchlassende Schicht.

Fünfter Abschnitt.

Schutz gegen Schnee, Lawinen, Duft, Eis, Hagel.

Erstes Kapitel.

Schnee.[1])

1. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Der Schnee schadet den Holzgewächsen durch seine Auflagerung auf und in den Kronen. Sobald damit eine die Tragkraft und Standfestigkeit der Schäfte übersteigende Belastung verbunden ist, tritt Druck- oder Bruchschaden ein.

Die Wirkung des Schneedruckes (Abb. 120) zeigt sich im Zubodendrücken junger Pflanzen in Pflanzenerziehungsstätten und auf Kulturen, im Ausziehen („Schlitzen“) von Ästen und Aufreißen („Zerstauchen“) der Stämmchen an



Abb. 120. Schneebelastung eines 40jährigen Fichtenbestandes im Erzgebirge im Winter 1910 (phot. von A. Meiche)

1) Zur Literatur: Allg. F. u. J.-Ztg. 1840, 328; 1845, 129; 1855, 228. — v. Berg: Thar. Jhrb. 1847, 143; 1848, 240. — Nördlinger, H.: Krit. Bl. 1860, 42. Bd. II, 210. — Brock: Forstw. Zbl. 1881, 481. — Stockhausen: Allg. F. u. J.-Ztg. 1881, 277. — Baudisch: Zbl. f. d. ges. Fw. 1884, 119. — Forstw. Zbl. 1884, 549. — Bühler: das. 1886, 485. — Aumann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1893, 125. — Bertog: das. 1899, 724. — Mettler: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1906, 278. — Flury: das. 1908, 270, 299 u. 318. — v. Oheimb: Mittlgn. d. deutsch. dendrol. Gesellsch. 1910, 32.



Abb. 121. Durch Schneebelastung zu Boden gedrückte 30jährige Fichten. Erzgebirge. Winter 1910 (phot. von A. Reiche).

schon älteren, im An- und Aufwuchsalter stehenden Individuen, sowie in der Hauptsache im Zusammendrücken, Umbiegen (Abb. 121) und teilweisen oder gänzlichen Herausheben des Wurzelballens (Auswiegen, Auswulsen) der Bäume im Dickungs- und jüngeren Stangenholzalter. Je nachdem der zuletzt genannte Schaden nur an einzelnen Exemplaren oder mehr gruppen-, horst- oder flächenweise auftritt, spricht man von Einzel-, Nester- und Flächenbruck.

Als Schneebruch bezeichnet man den Schaden, wenn Baumschäfte, Wipfel, oder Äste infolge der zu starken Belastung an irgend einer Stelle abbrechen (Schaft- Gipfel-, Astbruch). Auch hier unterscheidet man nach dem Auftreten und der Ausdehnung der Schädigung zwischen Einzel-, Nester-, Gassen- und Flächenbruch.

Ob der Schaden mehr als Druck- oder Bruchschaden auftritt, hängt im wesentlichen vom Alter der betroffenen Bestände, sowie von der Festigkeit des Bodens und der dadurch bedingten Widerstandsfähigkeit des Wurzelsystems ab. Charakteristisch für den Bruchschaden ist, daß er vorwiegend in älteren Orten, in Stangen-, mittelalten- und Althölzern und bei festem, gefrorenem Boden auftritt. Im jüngeren Bestandesalter, im Dickicht- und erstem Stangenholzalter, sowie bei unbedecktem, erweichtem Boden erfolgt mehr Druckschaden.

Eine besondere Form des Druckes ist der sog. Schneeschub. Er entsteht durch dachförmiges An- und Auflagern von Schneemassen an Bestandsrändern, namentlich an den an der Waldgrenze, an Feldern usw. dem Anwehen des Schnees frei ausgesetzten Rändern, ferner im oberen Teile der gegen den schneebringenden Wind geschützten Hänge (Osthänge). Durch die angewehten bzw. durch die infolge streckenweisen Abrutschens gleichsam lawinenartig anwachsenden Schneemassen werden die Stämmchen bei nachgebendem Erdreich aus der Vertikalen herausgedrückt und in eine mehr weniger schräge Lage verschoben.

Die unmittelbaren Folgen übermäßiger Schneeanhäufungen sind den durch Stürme hervorgerufenen Schäden (S. 302) ähnlich und werden oft fühlbarer als

diese, weil sie vielfach in erster Linie in den jungen, noch vollkommen unreifen Beständen in Erscheinung treten. Schlimme Nutzholz-, Zuwachs- und Geldverluste, Durchlöcherungen und Durchlichtungen der Bestände, teure und oft wenig aussichtsreiche Ausbesserungs- und Ergänzungsarbeiten, Rückgang des Bodens infolge Verunkrautung und Verwilderung, Störungen des ganzen Betriebsplanes und schließlich auch noch die Gefahr einer bedrohlichen Käfervermehrung machen umfangreiche Schneeschäden zu Waldkatastrophen ersten Ranges und bringen es mit sich, daß dem Schnee unter den atmosphärischen Waldfeinden die zweite, bei alleiniger Beachtung der jüngeren Altersklassen oft genug sogar die erste Stelle eingeräumt werden muß.

Welche teilweis ganz außerordentlich großen Schäden in den verschiedenen Waldgebieten in Schneejahren entstanden sind, läßt sich nach den in der weiter unten folgenden Schneebruchchronik angeführten Angaben der gebrochenen Massen beurteilen.

Es kommt hinzu, daß Erdabrutschungen und Bergstürze infolge Aufweichung des Bodens, Entstehen von Hochwasser beim Schneeabgang im Frühjahr und Lawinenbildungen im Hochgebirge die schädlichen Folgen großer Schneefälle auch über das Gebiet des Waldes hinaustragen. Für den Jagdliebhaber fällt endlich auch noch der Verlust in die Wagschale, der in den Gebirgswaldungen in schneereichen Wintern durch Eingehen von Wild entsteht.

B. Nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Es ist ohne weiteres erklärlich, daß die wintergrünen Nadelhölzer in viel höherem Maße dem Schneeschaden ausgesetzt sind als die Laubhölzer. Unter Zugrundelegung der allgemeinen Erfahrungen lassen sich die Nadelhölzer nach ihrem Widerstandsvermögen gegen Schneebelastung in folgende absteigende Reihenfolge bringen: Bergkiefer, Weymouthskiefer, Tanne, Fichte, Kiefer, Schwarzkiefer. Die Lärche verhält sich wegen ihrer zur Zeit des Schneefalls gewöhnlich mangelnden Benadelung am günstigsten; sie ist aber keineswegs vor Bruch geschützt, wenn sie noch im benadelten Zustande vom Schnee betroffen wird.

Die vorstehend angeführte Widerstandsreihe der Nadelhölzer kann, wie alle derartige Einordnungen, keinen Anspruch auf unbedingte Gültigkeit für alle Waldungen erheben. Unter sonst gleichen Verhältnissen stuft sich die Schneefestigkeit der Nadelhölzer aber in der angeführten Weise ab.

Die Schwarzkiefer fängt deshalb mehr Schnee auf als die übrigen Kiefernarten, weil sie stark benadelt ist, längere ziemlich aufrecht stehende und später sich abspreizende Nadeln besitzt und eine mehr fächer- oder schirmförmige Krone ausbildet. Wenn an manchen Orten mehr Schneeschaden an der gemeinen Kiefer beobachtet worden ist, so dürfte dies mit örtlichen Umständen zusammenhängen. Im Walde trifft man aber die stärksten Schneeschäden an der Fichte, weil diese Holzart in der eigentlichen Schneeregion am meisten verbreitet ist. Die Kiefer ist bekanntlich mehr Baum des Flach- und Hügellandes, wo die atmosphärische Feuchtigkeit sich mehr in Form von Regen ausscheidet. Wo die Kiefer neben der Fichte im Gebirge auftritt, zeigt sich ihre geringere Widerstandsfähigkeit ganz augenfällig, sie gilt dann mit Recht als „brüchige" Holzart. Die Fichte widersteht dem Schneeschaden infolge der größeren Elastizität und Tragkraft ihrer Bekronung etwas besser. Eine noch größere Widerstandsfähigkeit wird von manchen Seiten der Tanne nachgerühmt. Nach dem von Bertog gesichteten Material der preußischen Versuchsanstalt ist sie in wirklich gefährdeten Lagen aber keineswegs schneesicher, sondern ebenso wenig widerstandsfähig wie die Fichte oder wenigstens nicht viel widerstandsfähiger als diese. Nur insofern scheint die Tanne einen Vorzug vor der Fichte zu haben als es ihr gelingt, die durch Bruch verloren

gegangenen Wipfel schneller zu ersetzen. Überwiegend gute — obgleich auch hier nicht übereinstimmend gute — Erfahrungen sind mit der Weymouthskiefer[1]) hinsichtlich ihrer Schneebruchfestigkeit gemacht worden. Sie gründen sich darauf, daß die elastischen Äste dieser Holzart den Schnee leicht ableiten lassen.

Wie unter c näher ausgeführt ist, spielt unter den die Schneegefährdung einer Holzart beeinflussenden Faktoren die Wuchsform eine wesentliche Rolle. Diese aber ist — von den Einflüssen des Bodens und der Erziehung ganz abgesehen — unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen keineswegs die gleiche. Infolgedessen ist es nicht angängig, die Gesamtheit der einer botanischen Art angehörenden Baumindividuen bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegen Schneeschaden auf eine Stufe zu stellen; die verschiedenen Klimaformen mit ihren mehr oder weniger erblichen Eigenschaften müssen vielmehr in dieser Hinsicht durchaus verschieden beurteilt werden. Den besten Beweis hierfür liefert die Kiefer. Ihre, bezüglich des Art- oder Varietätscharakters umstrittene, unter dem Namen nordische oder Lapplandskiefer (P. lapponica Mayr) bekannte Klimaform, die durch eine schmal pyramidale, „fichtenähnliche" Krone mit schräg aufwärts gerichteten Ästen ausgezeichnet ist, zeigt sich ganz anders schneefest als die breitkronigen Formen. Im Laufe der Zeit durch Auslese entstanden, stellt diese lang- und schmalkronige Form der Kiefer eine dem Schneereichtum der rauhen Hochlagen und des Nordens vorzüglich angepaßte Form dar, und es liegt nahe, beim Anbau von Schneelagen Samen und Abkömmlinge solcher Mutterbäume zu bevorzugen, wenn sonst an Stelle der frostempfindlicheren Fichte die Kiefer angebaut werden soll. Die breitkronige Tieflandskiefer würde sich hierzu nicht eignen. Wohl aber kann erwartet werden, daß unter den Nachkommen der im Kampfe mit dem Schnee erprobten schmalkronigen Formen neben einem mehr oder weniger hohen Prozentsatz schlechter, krüppelhafter und breitkroniger, also für Schneelagen ungeeigneter Individuen ein größerer Teil zu schlanken Schneekiefern sich entwickeln wird. In einer ähnlichen, aber weniger augenfälligen Weise hängt auch die größere oder geringere Gefährdung der Fichte durch Schneebelastung mit der Herkunft des Samens zusammen. Auch bei dieser Holzart hat sich unter dem Einfluß von Schnee, Licht und Wärme in den Hochlagen vielfach eine durch auffallend kurze, abwärts gerichtete Äste ausgezeichnete schlanke Form ausgebildet, eine typische Schneeform, deren Nachzucht in allen unter Schneereichtum leidenden höheren Lagen zweifellos mehr angezeigt ist als die wahllose Verwendung von Samen, der von normalkronigen Fichten tieferer Lagen stammt.

Unter den Laubhölzern, bei denen größere Schneeschäden nur dann einzutreten pflegen, wenn starke frühzeitige Schneefälle im Herbst noch viel dürres Laub als entsprechende Stützfläche an den Bäumen vorfinden, leidet im allgemeinen die Buche am meisten, und zwar nicht einer geringeren Widerstandsfähigkeit wegen, sondern hauptsächlich deshalb, weil sie mehr als alle anderen Laubhölzer als bestandbildende Holzart in der Schneebruchregion verbreitet ist. Größer als bei der Buche ist die absolute Empfindlichkeit gegen Schneeauflagerung bei Erle, Aspe, Weide, Robinie, Birke, Linde. Ihres mehr oder weniger brüchigen Holzes wegen werden diese Holzarten vom Schnee bisweilen stark beschädigt. Günstiger verhalten sich in der Regel Hornbaum, Esche, Eiche und Ahorn.

Die Aufstellung einer Widerstandsreihe ist bei den Laubhölzern noch weniger

---

1) Münd. forstl. H. VI. 1894, 162. — Prakt. Fw. f. d. Schw. 1898, 152

tunlich als bei den Nadelhölzern, weil sich die Beobachtungen infolge Mangels größerer Laubholzflächen in der Schneeregion hauptsächlich nur auf Einzelvorkommnisse erstrecken. Die Ableitung gültiger Regeln stößt in solchen Fällen stets auf Schwierigkeiten und führt leicht zu unrichtigen Verallgemeinerungen.

Bei einem Ende Mai 1908 die Schweizer Waldungen[1]) treffenden und vornehmlich in den Laubholzbeständen schädlich werdenden Schneefall litten am meisten: Erle, Esche, Pappeln, Linden, Buche, Eiche, Robinie; weniger: Roßkastanie, Hornbaum, Birke, Ulme, Nußbaum; noch weniger: Ahorn.

Einen zahlenmäßigen Hinweis auf die an und für sich selbstverständliche Verschiedenheit in der Schneehärte der Nadel- und Laubhölzer enthalten die von Bühler[2]) in der Nähe von Zürich nach einem starken, bei Windstille erfolgten Schneefall vorgenommenen Untersuchungen über die in den verschiedenen Beständen zu Bo en gelangte Schneemenge. Es ergab sich, daß im Fichtenwalde, je nach Alter und Begründung, 54—88 %, im Buchenbestande 9—18 % und im Niederwald von Hornbaum, Aspe, Hasel usw. nur 3 % des auf der Freifläche niedergegangenen Schnees auf den Bäumen lagen. Die Fichten hatten mithin 6mal so viel Schnee zurückgehalten als die Buchen.

b) Holzalter.

Die gefährlichste Altersperiode in bezug auf Schneeschäden liegt für langsamwüchsige Holzarten (Fichte, Tanne, Buche usw.) zwischen dem 20- und 60jährigen Alter, für raschwüchsige (Kiefer, Lärche usw.) schon zwischen dem 15- und 30jährigen. Die 1—20jährigen Kulturen und Dickungen widerstehen dem Schnee mehr durch ihre Elastizität, und die über 60jährigen Bestände leiden infolge der größeren Stärke ihrer Stämme im allgemeinen weniger. Jedoch werden — nach Beobachtungen im Thüringerwald und im Erzgebirge — oft auch 60- bis 80jährige oder noch ältere Bestände stark in Mitleidenschaft gezogen.

In der jüngsten Altersstufe treten hin und wieder sowohl in Saat- und Pflanzkämpen, wie auch auf Freikulturen empfindliche Pflanzenverluste dadurch ein, daß nasser, schwerer Schnee die Pflanzen zu Boden drückt und sie hier infolge Anfrierens festhält. Geschieht das, wie es in den höheren Lagen vorkommt, schon im zeitigen Herbst, und werden die Pflanzen von der Eiskruste bis spät ins Frühjahr hinein unter Luftabschluß in der niedergedrückten Lage gehalten, so gehen sie in mehr oder minder großer Anzahl an. Wenn der letzte Schnee endlich weggetaut ist, fehlt ihnen die Kraft, sich rasch wieder aufzurichten, und es vergehen Jahre, bis sie den Schaden ausgeheilt haben oder aber, sie sind abgestorben und liegen plattgedrückt wie in einem Herbar, kohlschwarz und vermodert am Boden.

Ein anderer, an jungen Nadelholzpflanzen des 1. und 2. Jahrzehntes in den höheren Gebirgslagen keineswegs seltener Schneedruckschaden ist das schon oben erwähnte Ausziehen der Seitenäste bzw. Zerstauchen der Stämmchen.[3]) Die eigenartige Beschädigung entsteht dadurch, daß die in den Schnee eingefrorenen Spitzen der Seitenzweige beim Setzen des Schnees von diesem festgehalten, herabgezogen und allmählich aus dem Schaft herausgerissen werden (Abb. 122). Sind mehrere Äste eines Quirles eingefroren und werden vom Schnee in verschiedener Richtung heruntergezogen, so reißen nicht die einzelnen Seitenzweige aus, wohl aber wird das Stämmchen an dem betreffenden Quirl entsprechend der Anzahl der festgehaltenen

---

1) Flury: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1908, 270, 299, 318. — 2) Das. 1884, 82. — — 3) Haenel, K.: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1905, 397. — Koibl: das. 1905, 518. — A. P.: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1910, 321.

Zweige in zwei, bisweilen auch in drei oder vier Teile auseinandergerissen, „zerstaucht“ (Abb. 123). Während die herausgezogenen Äste meist bald trocken werden, stirbt an den zerstauchten Pflanzen das über dem beschädigten Quirl liegende Gipfelstück oft erst im 2. oder 3. Jahre nach der Beschädigung ab. Auch durch das minder gefährliche Ausziehen der Äste wird das Stämmchen, selbst wenn die Wunden, wie es beobachtet worden ist, überraschend schnell und sauber vernarben, entwertet, geschwächt und unterliegt später dem Bruche um so leichter. Nur selten kommt es vor, daß ein herausgezogener Ast bei reichlichem Harzerguß an der Wundstelle wieder mit dem Schafte verwächst.

Außer an Kiefer und Fichte, bei denen selbst bis 6 cm starke Äste herausgerissen werden, ist die auffallende Beschädigung auch an Tanne, Birke und Vogelbeere beobachtet worden.

Die praktisch ungleich wichtigeren, als Schneedruck und Schneebruch bezeichneten Schäden treten in den höheren Altersstufen auf. Der **Schneedruck** trifft vorwiegend die 20—40jährigen Bestände und erfolgt mehr horstweise (**Nester**- bzw. **Massendruck**).

Der **Schneebruch** hingegen findet mehr in 40—60jährigen und in den älteren Orten statt. Im allgemeinen pflegt die Bruchstelle um so höher zu liegen, je älter der Bestand ist. In den ältesten Orten herrscht demgemäß der Wipfelbruch vor, obgleich auch hier Schaftbrüche keineswegs zu den Seltenheiten zählen. Umgekehrt sind Wipfelbrüche nicht nur ein Vorrecht der Althölzer, sondern sind bisweilen auch in den jüngeren, bis 60jährigen Beständen eine häufige Erscheinung.

Bei den im Dezember 1883 in den Harzforsten stattgehabten großartigen Schneebruchschäden verteilte sich der Schaden der Bruchfläche nach wie folgt auf die verschiedenen Altersklassen:

Alter der Bestände	Prozente	
20—30	10	80
30—40	25	
40—50	25	
50—60	20	
60—70	12	17
70—80	5	
über 80	3	

Abb. 122.
Gipfelstück einer Fichte mit durch Schnee ausgezogenen Seitenästen (*a*—*d*).

Wie sehr dieses Verhältnis von Fall zu Fall wechselt, geht aus den nachstehenden, aus den im November 1905 stark verbrochenen Erzgebirgswaldungen stammenden Zahlen hervor.[1]) In den beiden am schwersten betroffenen Revieren Crandorf und Breitenbrunn entfielen nach der Derbholzmasse auf die bis 60jähr. Bestände 55 % bzw. 32 %, auf die 60—80jähr. 20 % bzw. 45 % und auf die über 80jähr. Orte 25 % bzw. 23 %.

c) Ast- und Kronenbau, sowie Gesundheitszustand des Einzelbaumes.

Von wesentlicher Bedeutung für das mehr oder weniger leichte Eintreten von Bruchschäden am einzelnen Baume ist die mit den Schlußverhältnissen des Bestandes,

1) Bericht d. sächs. Forstvereins 1907, 14.

d. h. mit der Erziehung (s. unten) in engstem Zusammenhange stehende Ausformung der Krone. Ist die Baumkrone nicht gleichmäßig entwickelt, der Baum vielmehr einseitig oder überhaupt ungleichmäßig beastet, so tritt durch die Schneeauflagerung eine ungleiche Belastung und damit eine Steigerung der Bruchgefahr ein. Einseitige Beastung findet sich regelmäßig an Hängen und pflegt hier um so stärker ausgeprägt zu sein, je steiler der Hang ist. Bestände auf stark geneigtem Gelände sind deshalb der Bruchgefahr in erhöhtem Maße ausgesetzt, besonders dann, wenn sie im Windschatten liegen (s. unten). Der einseitigen Astbildung wegen pflegen weiterhin die an Bestandsrändern, Wegen, Schneisen usw. stehenden Bäume bei stärkerem Schneefall oftmals mehr Einzelbrüche aufzuweisen als die des Bestandsinneren. Bei den letzteren spielt neben der gleichmäßigen Ausbildung der Krone die Länge derselben eine Rolle. Bäume mit langen tief herabreichenden Kronen zeigen sich trotz der verhältnismäßig größeren Belastung schneefester als solche mit langem Schaft und hochangesetzter Krone. Bei ersteren ist der Hebelarm, mit dem der von der Krone festgehaltene Schnee wirkt, kürzer und die Gewalt des Druckes daher geringer als bei solchen Bäumen, wo die kleine Krone zwar eine nur geringe Schneemenge aufzunehmen imstande ist, diese aber infolge eines langen und dann meist schwachen und schwuppigen Schaftes mehr zur Wirkung kommt.



Abb. 123. Durch Schnee herbeigeführte Zerstauchung des Gipfelstückes einer 12jährigen Fichte.

Holzarten, deren Krone sich im höheren Alter abwölbt oder wie bei der Tanne storchnestartig sich entwickelt, sind Gipfel- und Astbrüchen mehr ausgesetzt als Bäume mit pyramidaler Bekronung. Die gleichen Beschädigungen treffen weiterhin allgemein die älteren Nadelhölzer in Zapfenjahren, weil die an den äußersten Triebspitzen sitzenden Zapfen an sich schon belastend wirken.

Neben der durch den Habitus des Einzelbaumes bedingten Verteilung der Schneebelastung ist, wie ohne weiteres erklärlich, noch der Gesundheitszustand des schneebehangenen Schaftes von Einfluß auf das Widerstandsvermögen desselben. Alle kranken Schäfte sind naturgemäß mehr gefährdet als solche mit gesundem Holzkörper.

Schaftbrüche ereignen sich namentlich an gelachten, geschälten, krebsigen oder sonstwie beschädigten Exemplaren, und zwar bei gewissen Altersklassen hauptsächlich an oder über der schadhaften Stelle (Abb. 124). Durch das hier austretende Harz



Abb. 124. Schneebruch in einem vom Rotwild stark geschälten Fichtenbestande des Rehefelder Reviers (Erzgebirge). Der Bruch ist fast ausnahmslos an den Schälstellen erfolgt.

und die meist sich einstellende Fäulnis wird die Elastizität und Festigkeit der Stämme mehr oder weniger beeinträchtigt. Indessen zeigt sich, nach Beobachtungen, die im Harze gemacht worden sind, der Schälstellenbruch doch nur vorwiegend in jüngeren Beständen; vom 45—50jährigen Alter an aufwärts vermindert sich der schädliche Einfluß der Schälstellen mehr und mehr.

Nach Erfahrungen im Harze [1]) waren im Winter 1859/60, wie Oberforstmeister von Hagen mitteilt, in einem 32jährigen, durch Wild und Harzscharrer beschädigten Fichtenbestande von je 100 gebrochenen Stangen 79 % an und 21 % oberhalb der geschälten bzw. geharzten Stelle gebrochen.

Daß in älteren vom Wilde geschälten Beständen die Bruchstelle nicht in dem Maße wie in jüngeren Orten mit der Schälstelle zusammenfällt, sondern nach oben, teilweis bis dicht unter die Krone rückt, ergibt sich besonders deutlich aus zwei Auszählungen, die Oberförster von Seelen [2]) auf Anregung des Oberförsters Dr. Grundner bei den großen Schneeschäden im Dezember 1883 im Revier Hasselfelde und in der Nachbarschaft vorgenommen hat. Wir lassen die Zahlen in nachstehender Tabelle S. 401 folgen.

Wie viel größer die Bruchgefahr in den vom Wilde geschälten Beständen ist als in nicht geschälten Orten, beweisen Erfahrungen in der Domäne Opočno. [3]) In einer Höhenlage von 720—800 m wurden hier im Winter 1893 in stark geschälten Stangenhölzern an

1) Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1861, 14. — 2) Verhdlgn. d. Hils-Sollfng. Forstvereins 1884, 19. — 3) Reuß, H.: Zur Illustration der Folgenachteile der Schälbeschädigung usw. Wien 1900, 37.

Lage der Bruchstelle am Stamme	Bruchprozente in einem 30—40 jährigen Fichtenbestande	50 jährigen Fichtenbestande	Bemerkungen
am Wurzelstocke	6	17	Beide Bestände, aus Büschelpflanzung entstanden, stocken in etwa 550 m Meereshöhe auf fast ebener Lage. Der jüngere Bestand war stark durchforstet worden. Die Auszählungen erstreckten sich auf 1000 bzw. 1030 Stämme.
am Stamme bis 2 m Höhe	62	3	
(hiervon an der Schälstelle)	(60)	(1)	
am Stamm über 2 m Höhe bis zur Krone	20	30	
innerhalb der Krone . . .	12	50	

Bruchmassen 15, 20, 23, 30, 44, 50, 54 fm auf 1 ha aufgearbeitet, während in derselben Höhe gelegene, sonst gleichartige, aber nicht geschälte Bestände keinen Schneebruch aufwiesen.

Es bedarf näherer Ausführungen nicht, daß auch Wurzelkrankheiten (Stockfäule) den Schneeschaden durch Minderung der Standfestigkeit steigern.

d) **Betriebsart und Bestandeszusammensetzung.**

Die meisten Schneekalamitäten ereignen sich in Hochwaldungen, weil die Holzarten, welchen die Schneeauflagerung am schädlichsten wird, vorherrschend im Samenholzbetriebe bewirtschaftet werden.

Gleichwüchsige und gleichalterige Bestände leiden mehr als ungleichmäßige. In jenen lagert sich der Schnee oft massenhaft dachähnlich auf die Kronen, zumal bei dichtem Schlusse, während in ungleichwüchsigen Beständen bzw. solchen von verschiedenem Längenwachstume der Schnee leichter abrutscht und zu Boden fällt. Ausgedehnte Schneedächer können sich hier gar nicht bilden. Der Schneedruck verteilt sich infolge der Wellenlinie des Kronendaches auf eine größere Oberfläche als im gleichhohen Bestande, wo die Baumkronen in einer nahezu horizontalen Ebene liegen. Ferner hat der Wind mehr Zutritt und schüttelt die Kronen.

Die natürlichen Verjüngungsformen, in erster Linie Plenter-, Plenterschlag- und Saumschlagbetrieb sind daher in Schneebruchlagen mehr angezeigt als der schlagweise Hochwaldbetrieb mit künstlicher Nachverjüngung.

Es ist aber falsch, zu glauben, daß der ungleichaltrige, aus jüngeren und älteren Horsten bestehende Wald der Schneegefahr vollkommen entrückt ist. Daß dem nicht so ist, zeigt sich namentlich in solchen Beständen, in denen kleinere Jungholzgruppen von steilrandigen Vorwuchs- oder Altholzhorsten umgeben oder an der Nord- und Nordostseite solcher gelagert sind. Der zumeist aus Südwesten antreibende Schnee wird in derartigen Beständen in den Jungholzgruppen zusammengewirbelt und verursacht hier um so leichter Druckschaden, je größer die durch Abgleiten von den älteren Randstämmen hinzukommende Schneemenge ist.

Die gleiche Erscheinung zeigt sich auch im schlagweisen Hochwalde an allen den schneebringenden Winden abgewandten Bestandesrändern und Beständen. Auch hier wird der Schnee zusammengewirbelt und häuft sich infolgedessen hinter den windstillen, nördlichen und nordöstlichen Rändern in großen Mengen an.

Im Mittel- und Niederwald spielen Schneeschäden keine Rolle. Wenn solche vorkommen, handelt sich gewöhnlich um Bruchschäden in Erlen- und Robinienausschlagwäldern oder um Umdrücken frisch übergehaltener schlanker Laßreitel im Mittel-

walde. Durch längeres Umbiegen infolge Schneebelastung können Laßreiser ebenso wie nicht angepfählte höhere Pflanzen in Heisterpflanzungen so geschädigt werden, daß es ihnen nicht möglich ist, sich wieder aufzurichten.

Neben der vorstehend erwähnten Ungleichaltrigkeit, deren Schutzwirkung bezüglich Verhinderung von Schneedruck in schneereichen Waldgebieten keine unbedingt sichere ist, kommt noch die Bestandeszusammensetzung unter den die Schadenhöhe beeinflussenden Eigenschaften des Bestandes in Betracht. Je mehr die angewendete Betriebsart zum Entstehen gleichaltriger Bestände führt und je weniger die Bestandserziehung es sich angelegen sein läßt, einer übermäßigen Schneeauflagerung entgegenzuwirken, um so wichtiger ist es, in gefährdeten Beständen einem zu engen Bestandesschluß durch Einmischung von im Winter laublosen Holzarten vorzubeugen. Mischungen von Nadelhölzern untereinander empfehlen sich weit weniger, es sei denn daß die Lärche als Mischholz auftritt. Mischbestände aus Fichte und Tanne haben sich stellenweise zwar besser bewährt als reine Fichtenorte, in anderen Fällen ist eine merkliche Erhöhung der Schneefestigkeit solcher Bestände aber nicht zutage getreten. Fichte und Kiefer in Einzelmischung hat den Schneeschaden hier und da sogar gesteigert, weil die zunächst zusammenbrechenden vorwüchsigen Kiefern auf die Fichten fielen und sie mit zu Boden drückten.

e) Bestandsbegründung.

Am leichtesten werden, unter sonst gleichen Umständen, Junghölzer beschädigt, welche im dichten Schlusse aufgewachsen sind. Mangelhafte Bewurzelung und Bekronung infolge gedrängten Standes treffen hier mit spindelig emporgetriebenen Schäftchen zusammen.

Saatbestände[1]) müssen daher mehr leiden als regelmäßige Pflanzbestände, in welchem jedem Individuum von vornherein ein genügender Wachsraum zur gleichmäßigen und stufigen Entwickelung eingeräumt ist. Am meisten gefährdet sind, nach übereinstimmenden Erfahrungen, dichte Vollsaatbestände. Sie leiden namentlich durch Druck und sehen nach starken Schneefällen nicht selten aus als wäre eine Walze darüber gegangen.

Unter den Pflanzbeständen (Fichten) verhalten sich die durch Einzelpflanzung begründeten besser als die aus Büschelpflanzung hervorgegangenen. Die Vereinigung von mehr als 2—3 Pflanzen zu einem Büschel muß wenigstens (schon aus anderen Gründen) im allgemeinen verworfen werden. Immerhin gibt es, wie die auf Wildenthaler Revier (Sachsen) gesammelten Erfahrungen beweisen[2]), auch hier Verhältnisse, die eine summarische Verurteilung der Büschelpflanzung als übereilt erscheinen lassen. In höheren Lagen, wo das oben (S. 397) erwähnte Ausziehen der Seitenäste, Zerstauchen der Stämmchen und Abbrechen der Wipfel in den Kulturen zur lästigen Folgeerscheinung hoher Schneelagen wird, leisten Büschelpflanzungen diesen Beschädigungen und dem Zusammendrücken aller Pflanzen mehr Widerstand als Einzelpflanzungen. Wo Büschelpflanzungen aus diesem Grunde bei der Bestandesbegründung vorgezogen werden, muß der Wirtschafter aber dem nachhinkenden Boten Rechnung tragen, d. h. rechtzeitig mittels Durchschneidens für Vergrößerung des Wachsraumes und für Vermeidung schlechter Kronenausbildung Sorge tragen.

---

1) Neumeister: Thar. Jhrb. 1889, 118. — 2) Schneider: Bericht d. sächs. Forstvereins 1907, 44.

Auch die Pflanzweite ist nicht ohne Einfluß auf den Schneebruchschaden. Ein räumiger Stand begünstigt die Wurzel- und Kronenausbreitung, erzeugt also widerstandsfähigere Pflanzen.[1]) Um jüngere Fichtenbestände in höheren Gebirgslagen vor Schnee- und Eisbruchschädigungen, die 10 % des jeweiligen Bestandes übersteigen, zu schützen, empfiehlt Kunze[2]) auf Grund der auf den Kulturversuchsflächen der sächs. Staatsforstreviere Nassau und Altenberg gemachten Erfahrungen Einzelpflanzung mit Pflanzweiten von 1,50 m und mehr. Die mit engerem Pflanzenverband bzw. durch Saat angebauten Versuchsflächen hatten durch Schnee und Wind im Gegensatz zu den ziemlich unversehrt gebliebenen weiten Pflanzungen derart gelitten, daß sie zum Teil aufgegeben bzw. abgetrieben werden mußten. Außerdem bestätigen, wie die nachstehend angeführten Zahlen erkennen lassen, die Kulturversuche die schon erwähnte Überlegenheit der Einzelpflanzung über die Büschelpflanzung in bezug auf Schneebruchfestigkeit.

Kulturart. A = Altenberg. N = Nassau.		Einzelpflanzung: Der Schaftholz-/Gesamtholz-gehalt		Büschelpflanzung: der Bruchhölzer beträgt Prozente des	
		Schaftholzgehaltes der Fläche	Gesamtholzgehaltes der Fläche	Schaftholzgehaltes der Fläche	Gesamtholzgehaltes der Fläche
1. Quadratpflanzung 0,85 m	A	40,8	37,0	48,9	44,8
	N	30,3	28,4	46,7	31,8
2. " 1,13 m	A	23,6	21,9	29,4	27,6
	N	16,8	15,0	35,5	31,8
3. " 1,13 m	A	20,2	18,7	26,6	23,9
(Hügelpflanzung)	N	20,0	17,1	41,7	36,4
4. Quadratpflanzung 1,42 m	A	16,1	14,3	26,6	23,9
	N	7,4	6,2	11,3	9,5
5. " 1,70 m	A	8,8	7,7	6,2	5,0
	N	3,5	3,1	3,8	3,7
6. " 1,98 m	A	1,4	1,1	0,1	0,0
	N	0,0	0,0	0,4	0,3
7. Reihenpflanzung	A	5,1	4,2	7,0	6,3
0,85 : 2,27 m	N	3,7	3,0	14,9	12,8
8. Reihenpflanzung	A	0,4	0,3	0,4	0,3
1,13 : 3,40 m	N	3,4	2,8	4,5	3,6
9. Vollsaat	A	—	—	42,2	35,4
	N	—	—	28,8	24,8
10. Riefensaat	A	—	—	36,5	30,8
11. Plätzesaat	A	—	—	30,7	26,0

Ein ähnliches Ergebnis zeigen auch die Untersuchungen von Reuß[3]), die im Auftrage des Harzer Forstvereins nach den ausgedehnten Schneebrüchen im Dezember 1883 in den Harzforsten angestellt wurden. Auch hier hat sich die Einzelpflanzung widerstandsfähiger gegen Schneebruch erwiesen als die Büschelpflanzung, namentlich in der Ebene und an den weniger betroffenen Sommerhängen. An den am meisten beschädigten Ost- und Nordosthängen kam der bezügliche Unterschied wegen der gewaltigen Schneemassen, die 1883 hier niedergefallen waren, nicht zur Geltung. Die betreffenden Aufzeichnungen

1) Kraft: Ztschr. f. F. u. Jw. 1887, 454. — 2) Thar. Jhrb. 1897, 39 u. 68; 1905, 151. — 3) Forstw. Zbl. 1888, 493.

26*

wurden nach den drei Gesichtspunkten: Alter, Bestandshöhe und Bestandsschluß bewirkt. Die Hauptresultate sind folgende:

Pflanzmethode	Der Schneedruck und -Bruch auf 100 ha Fichtenbestand betrug: bis zu 40jähr. Alter ha	bis zu einer mittleren Bestandshöhe von 12 m ha	bei gleichem Schlußgrade ha	im Durchschnitt aller drei Schädigungsmomente ha
Einzelpflanzung	20	17	17	18
Büschelpflanzung	28	27	23	26

Unter sonst gleichen Verhältnissen hat daher die Einzelpflanzung um 31% oder fast um 1/3 weniger Schaden erlitten als die Büschelpflanzung.

f) Bestandserziehung.

Die angemessen d. h. frühzeitig und kräftig durchforsteten Bestände verhalten sich gegenüber großen Schneemengen günstiger als die nicht bzw. schlecht durchforsteten, nicht bloß wegen des stufigeren Wuchses und der regelmäßigeren Kronenbildung der einzelnen Stangen, sondern auch, weil in den durchforsteten Orten mehr Schnee auf den Boden gelangt. Die Belastung der Baumkronen ist infolgedessen geringer. Auch wirkt der Umstand mit, daß der Wind den Schnee in den durchforsteten Beständen leichter von den Stangen abzuschütteln vermag als in Dickichten, dicht bestockten Stangenhölzern usw., wo die Kronen ein zusammenhängendes Dach bilden.

Man hat zwar auch in durchforsteten Beständen oft bedeutenden — in einzelnen Fällen sogar noch größeren — Schneeschaden bemerkt als in nicht durchforsteten, diese Wahrnehmung kann den hohen Wert der Durchforstung aber nicht entkräften, weil dann stets besondere Umstände vorliegen. Wenn z. B. Durchforstungen, ganz besonders die erste, verspätet eingelegt und überdies gleich sehr kräftig ausgeführt worden sind, so kann es sich, wenn kurze Zeit darauf massenhaft nasser Schnee fällt, leicht ereignen, daß die durchforsteten Teile stärker verbrochen werden, weil die spindelig aufgewachsenen Stangen, die sich seither einen gegenseitigen Halt gewährten, diesen nun entbehren und nicht stufig genug sind, um eine große Schneelast tragen zu können. Es ist also gewissermaßen eine Glückssache mit dem Zeitpunkte der Durchforstungen, namentlich mit dem der erstmaligen. Je längere Zeit der Bestand nach der Durchforstung von gefährlich werdenden Schneefällen verschont bleibt, desto widerstandsfähiger wird er. In sehr schneereichen und zugleich nassen Wintern verwischt sich überdies das Gesetzmäßige in den Erscheinungen sehr leicht.

Was die Art des Bruches betrifft, so gilt die Erfahrung, daß in den nicht bzw. zu ängstlich durchforsteten Beständen mehr Nester- und Flächenbruch, in den richtig durchforsteten hingegen mehr Einzelbruch stattfindet.

Schon Oberförster Pfifferling[1]) zu Elbrighausen hat festgestellt, daß der (1842) versuchsweise durchforstete Teil einer 19jährigen, sehr dichten Buchendickung nach der Durchforstung viel weniger vom Schnee zu leiden hatte als vorher.

Über die gleiche Wahrnehmung berichtet aus früher Zeit auch Oberförster von Greyerz[2]) von einem im Alter von 18 Jahren durchforsteten Buchendickicht in der Schweiz.

Über den Einfluß des Durchforstungsgrades auf die Größe des Schnee-

1) N. Jhrb. f. Forstkde. 1843, 26. Hft., 120. — 2) Das. 1845, 28. Hft., 103.

bruches sind späterhin von Bühler[1]) wertvolle Untersuchungen angestellt worden. Auch diese Untersuchungen bestätigen, daß die Bestände durch stärkere Durchforstungen nicht mehr, sondern im Gegenteil weniger gefährdet werden als durch schwache. Nicht die frohwüchsigen vorherrschenden Stämme mit ihren nach allen Seiten hin gleichmäßig entwickelten Kronen unterliegen dem Schneeanhange, sondern die schlechtwüchsigen Stangen oder solche mit einseitiger Kronenbildung (eingeklemmte Stämme usw.), und diese werden bei stärkeren Durchforstungen — außer den abgestorbenen, absterbenden und unterdrückten Stangen — bekanntlich auch entfernt.

g) Standort.

Die Gebirgswaldungen werden von Schneeschäden mehr heimgesucht als die Waldungen des Hügellandes und der Ebene. Innerhalb der durch die Höhenlage geschaffenen Gefahrenzone aber gibt es allenthalben Gebiete, in denen Schädigungen durch Schnee, wenn nicht alljährlich, so doch häufiger und regelmäßiger wiederkehren als an anderen, der gleichen Höhenlage angehörenden Örtlichkeiten. Benachbarte Waldungen derselben Erhebung über dem Meeresspiegel können, selbst wenn sie von der gleichen Holzart gebildet und gleich bewirtschaftet werden, verschiedenen Gefahrenklassen in bezug auf Schneebeschädigungen angehören.

In Deutschland liegt die dem Schneeschaden am meisten ausgesetzte Zone etwa zwischen 500 und 900 m Meereshöhe. In den darüber hinausgehenden Lagen fällt der Schnee zwar reichlicher, aber weniger naß und nicht so großflockig. Die Schneekristalle sind hier trockener und feiner und hängen sich weniger fest an bzw. werden durch Wind leichter abgeschüttelt. In den tieferen Lagen löst sich der Schnee mehr in Regen auf. Kommt es hier aber einmal zu stärkeren Schneefällen, so wachsen die Schäden, wie der die Provinzen Brandenburg, Pommern, Posen und Schlesien im April 1903 treffende Schneefall[2]) zeigt, über das gewöhnliche Maß um so leichter hinaus, weil sie sich dann zum größten Teile im Gebiete der Kiefer abspielen.

Im Pfälzer Walde beginnt die Schneebruchlage für die Kiefer schon bei 350 m. Für die Fichte werden die gefährdetsten Höhengürtel unter Zugrundelegung besonders erheblicher Schadenjahre verschieden angegeben. Im Harze liegt die am meisten gefährdete Region etwa zwischen 450 und 650 m, im Thüringerwald zwischen 550 und 750 m. E. von Berg gibt für das nördliche und mittlere Deutschland den Gürtel von 580—750 m an, Nördlinger für Württemberg die Region zwischen der Filderebene (400 m) und dem wilden See bei Wildbad (900 m). Im Jahre 1868 wurde der Berggürtel zwischen 230 und 850 m am stärksten heimgesucht. In Baden wurden 1886 die Lagen zwischen 300—500 m meisten getroffen (63 % des Bruchmateriales; die übrigen 37 % stammen aus den tieferen Lagen). In Österr.-Schlesien konzentriert sich die Schneebruchgefahr auf die Zone zwischen 600 und 900 m; im sächsischen Erzgebirge fand 1905 der Hauptbruch zwischen 700 und 900 m statt. In der Schweiz erstreckten sich die 1885er Schäden bis zu einer Meereshöhe von 2000 m.

Was die Neigungsrichtung anlangt, so ist wohl keine Lage absolut gegen die Schneekalamität geschützt. Da aber der Schnee meistens aus Westen oder Südwesten kommt und diese Richtungen in Deutschland auch mit den Windrichtungen zusammenfallen, so sind die östlichen, nordöstlichen, zuweilen auch die nördlichen Hänge, und zwar namentlich in der unter Wind gelegenen oberen Hälfte, am

---

1) Ztschr. f. F. u. Jw. 1886, 485 u. Prakt. Fw. f. d. Schw. 1890, 33, 49, 67, 87. — Vgl. hierzu weiter: Wild: das. 1910, 87. — F.: Schw. Ztschr. f. Fw. 1910, 177. — 2) Borgmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1903, 685.

meisten gefährdet. Der Schnee wird hierher mehr übergeweht und weniger leicht vom Winde abgeschüttelt, häuft sich daher mehr an. Auch der Umstand, daß der Duftanhang in der Regel von Osten, Nordosten oder Norden her sich einlegt, wirkt in vielen Fällen mit, weil der Schnee dann verkrustet und infolgedessen mehr bebelastet. Auch die südöstlichen Hänge sind mitunter gefährdet. Die nordwestlichen Abdachungen leiden weniger, die West-, Südwest- und Südhänge am wenigsten. Wenn an ihnen Bruch erfolgt, so beschränkt er sich in der Regel auf ihre unteren Teile.

Besonders gefährdet sind unter allen Umständen ruhige, windgeschützte Lagen, Mulden, Einsenkungen und Talkessel. Infolge nur schwacher oder gänzlich mangelnder Windwirkung sammeln sich hier schwer belastende Schneemassen auf den Kronen an und erzeugen erheblichere Schäden als an den gleichmäßig verlaufenden Hängen und auf den Hochebenen.

Ein kräftiger, tiefgründiger, frischer Boden (Granit, Basalt, Porphyr usw.) befördert den Längenwuchs, erzeugt weniger festes Holz und veranlagt zu Bruch. Langsam erwachsene Bäume von gedrungenem Bau und kurzem Wuchse, wie sie auf ungünstigeren Standorten vorkommen, haben viel weniger zu leiden. Auch ein Übermaß von Bodenfeuchtigkeit ist der Schneekalamität sehr günstig, weil auf vernaßtem Boden den Wurzeln der erforderliche Halt abgeht. Hieraus erklärt sich das häufig vorkommende Entwurzeln der Stämmchen auf Naßgallen und an sumpfigen Orten.

Starker Gras- oder Unkrautwuchs (Adlerfarn) auf den Schlägen wirkt insofern verderblich, als sich Gras- und Schneedecke auf die jungen Pflanzen legen.

h) Witterung und Schneemenge.

Der Schnee wirkt um so verderblicher, je großflockiger, ruhiger und nasser er fällt. Kleine trockene Flocken rieseln leichter zwischen den Baumkronen hindurch oder werden vom Wind leichter abgeschüttelt. Der Schaden wächst, wenn — nachdem der Schnee naß aufgefallen ist oder bei eingetretener Temperaturerhöhung zu schmelzen begonnen hat — unvermittelt starker Frost eintritt und hierauf neuer Schnee auf die alte Schneedecke sich lagert. Auch dann, wenn durch Rauhfrostbildung einem bald darauf folgenden Schnee das Festhalten an Nadeln und Ästen erleichtert wird, entsteht leicht eine die Tragkraft des einzelnen Baumes übersteigende Belastung der Krone.

Von großer Bedeutung ist weiterhin der beim Schneefall herrschende Wind. Wo er den Schnee abzuschütteln vermag, wirkt er günstig; in den geschützten Lagen, wo er den Schnee zusammenwirbelt, erhöht er die Gefahr und steigert sie bis zum äußersten, sobald er erst eintritt, nachdem große Schnee- und Eismassen auf den Bäumen festgefroren sind. Beim Zusammenwirken einer festhaftenden schweren Schneebelastung und Sturm brechen Dickichte, Stangen- und auch Baumhölzer, gleichgültig ob Saat- oder Pflanzbestände, durchforstet oder nicht durchforstet, in fast allen Lagen unrettbar zusammen. Ein grauenhaftes Bild der Zerstörung für den Forstwirt, welcher die Arbeit von Jahrzehnten mit einem Male vernichtet sieht!

Bei ruhigem Wetter hängt die Größe des Schadens hauptsächlich von der Menge des Schnees und seiner Schwere ab. Je feuchter er ist, um so schwerer ist er und um so geringerer Mengen bedarf es, um eine die Tragkraft überschreitende Belastung herbeizuführen.

Für Nadelholz gibt Bühler die Belastungsgrenze, bei deren Überschreiten Bruchschäden entstehen, mit 46 kg auf 1 qm an. Soweit sich aus den Niederschlagsmessungen schließen läßt, wird dieser Grenzwert bei größeren Schneefällen unschwer überschritten. So fiel bei dem letzten die sächsischen Erzgebirgswaldungen treffenden großen Schneebruch in der Zeit vom 9.—11. November 1905 durchschnittlich 63,5 mm Niederschlag in Form von Schnee, was der Belastung eines Quadratmeters mit 63,5 kg entspricht.

C. Schneebruchstatistik.

Da Schnee- und Eisbruchkalamitäten meist keine allgemeine, sondern eine auf bestimmte Örtlichkeiten beschränkte Erscheinung sind, empfiehlt es sich, die vorhandenen statistischen Nachweisungen nach den betroffenen Waldgebieten zu trennen. Im nachstehenden sollen einige Beiträge zur Schneebruchschronik aus Gebirgen bzw. Waldgebieten folgen, die durch Verhandlungen in Vereinsversammlungen, Besprechungen in den forstlichen Zeitschriften oder durch schriftliche Berichte einzelner Beobachter näher bekannt geworden sind.

1. Bruchjahre im Harze.

Größere Verwüstungen durch Schnee (und Eis) sind hier wie anderwärts erst in neuerer Zeit nachgewiesen und statistisch gefaßt worden. Als Schneebruchsjahre werden angegeben: 1824 (Januar) — 1829/30 (Dezember, Januar) — 1833 (Anfang Februar) — 1837 (Januar bis April): In der Umgebung von Clausthal und Zellerfeld brachen während dieser Zeit in einer Höhenlage von 550—700 m gegen 1 Million Stämme. Der Hauptschaden betraf 30—70jährige Bestände. — 1843/44 (besonders Januar, Februar)[1]): In den Kgl. Hannoverschen Harzforsten brachen über 2 Millionen Stämme, wovon etwa 95% dem schwächeren Holze (unter 18 cm Durchmesser) angehörten — 1846 (Dezember)[2]) — 1849/50 — 1850/51 — 1859/60 — 1860/61 — 1862/63 — 1866 (November und Dezember)[3]): In den am schlimmsten betroffenen Beständen brachen 26—28% der Stammzahl. — 1868 (November) — 1872 (November)[4]): In den fünf Braunschweigischen Gebirgsforstmeistereien brachen auf einer Fläche von 37163 ha Staatswald etwa 81500 fm = 2,2 fm auf 1 ha, im ganzen 50% des Jahreshiebsatzes. In 40—50jährigen Stangenhölzern fielen stellenweise aber 30—40 fm Bruchholz auf 1 ha aus. — 1875 (November und Dezember): In den Braunschweigischen Harzforsten stellte sich der Bruchschaden auf 34214 ha Fläche auf 192400 fm = 5,6 fm auf 1 ha. Am stärksten betroffen wurde der Nordrand des Gebirges (die Inspektionen Blankenburg und Harzburg), wo auf 15205 ha über 147000 fm entfielen, in manchen Beständen bis zu 85 fm auf 1 ha. — 1883 (10./13. Dezember) und 1884 (11.—27. Januar)[5]): In den 15 ehemals Hannoverschen Oberförstereien des Oberharzes betrug der Bruch im Winter 1883/84 gegen 637204 fm Gesamtmasse, wovon 84300 fm auf die am härtesten betroffene Oberförsterei Schulenberg und 16950 fm auf die am meisten verschont gebliebene Oberförsterei Elbingerode entfallen. In den braunschweigischen Harzforsten betrug die Bruchmasse 197600 fm. — 1884/85 (Dezember und Januar): Bei teilweiser Einrechnung der aus dem Winter 1883/84 stammenden Bruchhölzer stellte sich die Bruchmasse in den Braunschweigischen Harzforsten im Winter 1884/85 auf 94448 fm. — 1897 (3. Februar bis 10. März): In den Braunschweigischen Harzforsten brachen durch Schnee und Sturm 83468 fm. Hiervon kommen 14346 fm auf Tanne, die nur durch Schnee und Eis zu leiden hatte. — 1897 (6.—12. Dezember): Bruchmasse der Braunschweigischen Forsten[6]) 12096 fm.

2. Bruchjahre im Thüringerwalde.

Schneebrüche von größerer Ausdehnung in den Thüringischen Gebirgsforsten ereigneten sich in den Wintern: 1826/27 — 1836/37 — 1843/44 — 1846/47 — 1851/52 —

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1844, 225, 305, 307. — 2) Das. 1847, 102. — 3) Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1867, 19—50. — 4) Das. 1874, 46. — 5) v. Alten: Ztschr. f. F. u. Jw. 1884, 167. — Reuß: das. 1884, 378, 409. — Verhdlgn. d. Hils-Solling Forstvereins 1884, 16. — Verhdlgn. d. Harzer Forstvereins 1885, 4 u. 123. — Forstw. Zbl 1886, 72. — 6) Die im Vorstehenden genannten auf die Braunschweigischen Harzforste sich beziehenden Zahlen sind brieflicher Mitteilung des Herrn Kammerrat Dr. Grundner zu Braunschweig an Heß zu danken.

1856/57 — 1859/60[1]) — 1862/63 — 1866/67[2]) — 1872/73[3]): In den Gothaischen Gebirgsforsten brachen im November 1872 rund 40000 fm. — 1875/76[4]) — 1877/78 — 1880/81 — 1884/85[5]): Nach brieflicher Mitteilung des Herrn Forstrats Haberkorn in Gotha an Heß wurden in den Gothaischen Gebirgsforsten am 21./30. Dezember 1884 und 10./11. Januar 1885 auf einer Fläche von 37000 ha etwa 71000 fm Derbholz geworfen und gebrochen = 45 % des Gesamthiebsatzes. Besonders betroffen wurden die Oberförstereien Friedrichroda, Gehlberg, Stutzhaus und Tambach; in jeder entfielen etwa 8000 fm Bruchmasse. — 1886/87 — 1894/95[6]): In der preußischen Oberförsterei Schmiedefeld betrug die Bruchmasse in der Zeit vom 15./17. Januar 31754 fm Derb- und 14563 rm Reisholz = 10,7 fm auf 1 ha. — 1896/97[7]): Auf dem Großh. sächsischen Forstrevier Stützerbach brachen im Februar 1897 rund 7850 fm = 15 fm auf 1 ha Bruchfläche. — 1897/98[8]): Im Revier Berka brachen im April 1898 in einer Höhenlage von 200—300 m etwa 10000 fm = 7 fm auf 1 ha Waldfläche, und zwar namentlich in Kiefer; reine Fichtenbestände blieben fast verschont. In den Gothaischen Forsten richtete der Schnee in der Zeit vom 30. November bis 9. Dezember 1897 größeren Schaden an, und zwar vorwiegend ebenfalls in den tieferen Lagen. In Stutzhaus brachen etwa 6500 fm.

3. Bruchjahre im Erzgebirge.

Die sächsischen, hauptsächlich im Erzgebirge gelegenen Waldungen sind von größeren Schneeschäden betroffen worden: 1825[9]) (Januar): Bruchmasse auf 15 Revieren 72000 Klafter. — 1830 — 1833 — 1837 — 1843/44[10]): Bruchmasse rund 10 Millionen Kubikfuß, im Durchschnitt auf 1 Acker 96 Kubikfuß. — 1866 (März) — 1868[11]) (November): Durch Sturm und Schnee geworfene Masse 446360 Klafter, wovon etwa ein Drittel durch Schnee. — 1887 (November) und 1888 (Januar)[12]): Bruchmasse auf dem 1496 ha großen Sachsengrunder Revier 30100 fm Derbholz. — 1905[13]) (November): Bruchmasse auf 70890 ha 569255 fm Derbholz und 682276 fm Gesamtmasse = auf 1 ha der Holzbodenfläche 8,8 fm Derbholz und 10,0 fm Gesamtmasse. Auf einem der meist betroffenen Reviere (Breitenbrunn) stieg die ausgefallene Derbholzmasse in dem am stärksten verbrochenen Bestand auf 125,7 fm auf 1 ha, die Gesamtmasse auf 131 fm.

4. Bruchjahre in anderen deutschen Forsten.

1868 (7./8. November): Baden. — 1885 (14.—16. Mai, Oktober und Dezember): Württemberg[14]) und Baden. Der Maischnee richtete namentlich in den bereits belaubten Buchenbeständen örtlich starke Verwüstungen an; der Oktoberschnee durchlöcherte die Kiefernbestände. — 1886 (17.—22. Dezember): Ganz Süddeutschland.[15]) In den Vorbergen des badischen Schwarzwaldes zwischen Pforzheim und Basel brachen etwa 800000 fm, und zwar 500000 fm Nadelholz und 300000 fm Laubholz. — 1888 (8.—10. Oktober): Würtemberg, Baden, Mittelrhein, besonders Eifel. — 1892 (25. Oktober): Odenwald. — 1896 (Dezember).[16]) Im badischen Forstbezirk St. Blasien fielen gegen 55000 fm Bruchhölzer an, und zwar namentlich in 50—60jährigen Beständen. — 1901 (Ende März): Odenwald. — 1903 (18.—20. und 23. April)[17]): Preußische Provinzen Brandenburg, Pommern, Posen

1) Heß: Allg. F. u. J.-Ztg. 1860, 203. — Protokoll üb. d. 11. Vers. Thüring. Forstwirte (1864). Eisenach 1865, 82. — 2) Heß: Allg. F. u. J.-Ztg. 1867, 317. — Protokoll üb. d. 12. Vers. Thüring. Forstwirte (1867). Sondershausen 1868, 24. — 3) Das. 15. Vers. (1874). Gotha 1875, 11 u. 46. — 4) Das. 16. Vers. (1877). Erfurt 1878, 20 u. 25. — Deyßing: Forstl. Bl. N. F. 1877, 159. — 5) Rommel: Allg. F. u. J.-Ztg. 1888, 134. — 6) Verhdlgn. d. 25. Vers. Thüring. Forstwirte 1896, 84. — 7) Allg. F. u. J.-Ztg. 1898, 371. — 8) Bericht üb. d. 26. Vers. Thüring. Forstwirte 1898, 59. — 9) Thiersch: Allg. F. u. J.-Ztg. 1826, 180. — 10) v. Berg: Thar. Jhrb. 1847, 143. — 11) Roch: das. 1869, 228. — 12) v. Oppen: das. 1892, 44. — 13) Thomas: Bericht d. Sächs. Forstvereins 1907, 6. — Ztschr. f. F. u. Jw. 1908, 607. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1908, 101. — 14) Magenau: das. 1885, 436. — H.: Forstw. Zbl. 1887, 572. — 15) Mg.: das. 1887, 583. — Keller: das. 1887, 588. — Das. 1888, 275, 404. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1887, 286; 1888, 29, 287. — Verhdlgn. d. Badischen Forstvereins, 34. Vers. Karlsruhe 1888, 63. — Das. 35. Vers. Karlsruhe 1890, 8. — 16) Gretsch: Forstw. Zbl. 1898, 455. — 17) Borgmann: Ztschr. f. F. u. Jw. 1903, 635. — Stahl: Jahrb. d. Schles. Forstvereins 1904, 69. — N. forstl. Bl. 1903, 164.

und Schlesien. Im Reg.-Bez. Oppeln fielen in den Staatswaldungen auf 73000 ha Holzbodenfläche rund 800000 fm, in den Privatwaldungen auf 167870 ha Holzbodenfläche 2,3 Millionen fm Bruchholz an. Bei Unterstellung des durchschnittlichen Anfalles von 12,94 fm auf 1 ha ergibt sich für den genannten Regierungsbezirk ein Gesamtholzanfall von 4,95 Millionen fm = 372 % der normalen Jahresabnutzung an Derbholz. — 1905 (November): Bayrisches Gebirge, besonders Chiemgauer Alpen.

5. Bruchjahre in außerdeutschen Waldungen.

A. Österreich: 1888: Schlesien. Im Revier Istebna wurden allein über 40000 fm Bruchhölzer aufgearbeitet. — Winter 1894/95: Mähren, Schlesien [1]) und Obersteiermark.[2]) Im letztgenannten Gebiete ging infolge der Schneemassen auch viel Wild ein. Im Mur-, Mürz- und Ennstale wird der Eingang von Rot-, Reh- und Gemswild auf einer Fläche von 459000 ha auf 5642 Stück = 14—15 % des vorhandenen Standes angegeben. — 1897 (5.—7. Oktober)[3]): Nördliches und nordöstliches Mähren. — 1904: Steiermark[4]) namentlich Obersteiermark. Bruchmasse 800000 fm; in manchen Waldorten mußten 30—50 % der stockenden Holzmasse aufgearbeitet werden. — 1905 (Oktober, November): Tirol.[5]) Bruchmasse in den Bezirken der Forst- und Domänendirektion Innsbruck 100000 fm.

B. Schweiz. 1885[6]) (September). — 1896[7]) (28. Oktober). 1899 (13.—15. Januar[8])): Forstkreis Disentis. Der Bruchschaden betrug hier 22600 fm. — 1906 (18.—20. Mai)[9]): Östlicher Teil des Kantons Zug. Betroffen wurden in der Hauptsache 70—120jährige reine Fichtenbestände in 1000—1200 m Höhe. — 1908 (23./24. Mai)[10]). Der Bruch erstreckte sich namentlich auf Laubholzbestände, die Nadelhölzer litten nur ausnahmsweise. Bruchmasse ungefähr 60000 fm.

C. Schweden. In den schwedischen Wäldern gehören Schneebruchschäden von größerer Ausdehnung zu den Seltenheiten. Im Winter 1910/11 aber wurde das ganze Gebiet zwischen dem 60. und 66. Breitengrade in den Höhenlagen von 200—600 m, zumeist Fichte, teilweise ganz bedeutend durch Schnee geschädigt. So betrug z. B. die Bruchmasse in dem rund 28000 ha großen Staatsforst Hamra Kronopark etwa 3—4 fm auf 1 ha, „was man als etwas ganz Kolossales ansehen muß" (Hesselmann)[11]).

2. Vorbeugungsmaßregeln.

1. Vermeidung des Anbaues gefährdeter Holzarten in Schneebruchlagen, zumal reiner Bestände. Kiefernbestände z. B. eignen sich nicht für die Schneeregion. Wenn der Anbau der hier als Hauptholzart allein in Betracht kommenden Fichte der mit der Schneebruchgefahr oft zusammenfallenden Frostgefahr wegen nicht angezeigt erscheint, bedarf es beim Kiefernanbau voller Berücksichtigung der Herkunft des Saatgutes. Wenn möglich, ist nur Samen von schmalkronigen Nord- und Hochlagenkiefern zu verwenden. Außer dieser Klimarasse kommt für den Anbau von Schnee- und Frostlagen noch die aufrechte Form der Bergkiefer, die Spirke (P. montana uncinata), in Betracht.

2. Mischung der Fichtenbestände mit Laubhölzern (Buche, Hornbaum, Bergahorn), wo der Standort solche nicht zuläßt, mit Nadelhölzern (Lärche, Hochgebirgskiefer, Tanne).

3. Begünstigung der natürlichen Verjüngung (Plenter-, Plenterschlag- und Saumschlagbetrieb), um Ungleichaltrigkeit und Ungleichwüchsigkeit der Bestände zu fördern. Steilränder an Verjüngungshorsten sind möglichst zu beseitigen.

---

1) Baumer: Verhdlgn. d. Forstw. v. M. u. Schl. 1895, 259. — 2) Seiler: Allg. F. u. J.-Ztg. 1897, 131. — 3) Wunder: Verhdlgn. d. Forstw v. M. u. Schl. 1898, 1. — 4) Zbl. f. d. ges. Fw. 1906, 35. — 5) Österr. F.-Ztg. 1906, 11. — 6) Coaz: Der Schneeschaden vom 28./29. September 1885 in den Waldungen der Schweiz. Bern 1887. — 7) Zeerleder: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1897, 105. — Das. 1896, 374. — 8) Das. 1900, 105. — 9) Mettler: das. 1906, 278. — 10) Flury: das. 1908, 270, 299, 318. — 11) Mittlgn. a. d. forstl. Versuchsanstalt Schwedens. Hft. IX, 1912, 47.

4. Vermeidung der Saat. Wahl der Pflanzung mit kräftigen, verschulten Einzelpflanzen in weiterem, 1,5—2,0 m-Quadratverbande, um den Pflanzen von vornherein die Möglichkeit zu geben, sich gleichmäßig, kräftig und widerstandsfähig zu entwickeln. Heisterpflanzungen sind zu verpfählen, um dem Umbiegen und Zubodendrücken vorzubeugen.

5. Entwässerung vernaßter Flächen. Beseitigung übermäßiger Gras- und Unkrautdecken aus den Verjüngungen und Kulturen, um zu verhindern, daß die jungen Pflanzen im Winter überlagert und erstickt werden.

6. Zweckmäßige, auf Heranbildung stufiger, gutbekronter Stämme abzielende Bestandespflege. Sie ist das wichtigste Hilfsmittel des in Schneelagen wirtschaftenden Forstmannes bei der Beschützung seiner Bestände vor Schneeschaden. Zweckmäßig durchforsten heißt: frühzeitig — so zeitig als möglich — beginnen, bei der ersten Durchforstung nicht zu schwach kommen, sodann Wiederholung und Stärke der späteren Eingriffe nach den Wachstumsverhältnissen des Bestandes regeln.

Eine allgemeine Durchforstungsschablone gibt es für Schneelagen ebenso wenig wie für die Durchforstungen überhaupt. Richtig ist nur das eine, schroffe Übergänge vom nicht oder nur schwach durchforsteten Bestande zum starken Grade um so mehr zu vermeiden, je älter das Holz ist. Den in Schneelagen einzig richtigen Grundsatz der lockeren Bestandeserziehung nur sprungweise, in längeren Zeitzwischenräumen durchzuführen, birgt die Gefahr in sich, daß der schadenbringende Schneefall dem einzelnen starken Eingriff zu bald folgt, ehe die verbliebenen Bäume Zeit hatten, den ihnen zur Verfügung gestellten größeren Wachsraum zur Erstarkung zu benutzen. In dem Maße verspätete Durchforstungen durch stärkere Eingriffe nachgeholt werden, steigert sich das Risiko, das, wie oben erwähnt, mit den Durchforstungen in Schneelagen so wie so verbunden ist.

Bei der Durchforstung der durch Schneebruch gefährdeten Orte ist namentlich durch Auflösung der Gruppen auf Überführung des Gruppen- und Reihenstandes in den Einzelstand hinzuwirken. Dabei ist es vielfach zweckmäßig, den Nebenbestand nicht schonungslos der Axt zu überliefern, sondern geeignete Glieder desselben zu belassen, wenn infolge Gruppenauflösung Eingriffe in den Hauptbestand vorgenommen werden müssen. Hingegen bedürfen Vorwüchse, welche sehr oft zum Entstehen kleiner Wirbelströmungen und dadurch zu Schneeablagerungen in ihrem Windschatten Veranlassung geben, nicht der Schonung, vorausgesetzt, daß die benachbarten Stangen stufig genug verwachsen sind, um die bisherige Anlehnung an den Vorwuchs entbehren zu können.

7. Vermeidung von Beschädigungen des Schaftes: Verhinderung des Schälens durch Wild, Verbot des Reißhakens, Unterlassung des Anharzens usw.

8. Abschütteln des Schnees und Wiederaufrichten bzw. Anbinden oder Stützen der niedergebogenen Stangen.

Es ist selbstverständlich, daß das Abschütteln des Schnees der Undurchführbarkeit in den älteren Beständen und allgemein der Kosten wegen nur auf Ausnahmefälle beschränkt bleibt. In jüngeren Beständen, deren unversehrter Fortbestand aus irgend welchen Gründen (Versuchsflächen!) erwünscht ist, kann das Schüttel- und Stützverfahren, insoweit es sich um kleinere Flächen handelt, aber sehr wohl in Frage kommen.

3. Behandlung der Bruchhölzer und der beschädigten Bestände.

In gleicher Weise wie nach einer Windbruchkalamität fällt dem Wirtschafter nach dem Eintreten größerer Schneebruchschäden die Aufgabe zu, die Folgen dieses Ereignisses möglichst abzuschwächen und die Bruchmassen in möglichst kurzer Zeit aufzuarbeiten und zu verwerten.

Für die Behandlung der Bruchhölzer gelten naturgemäß dieselben Grundsätze wie für die Behandlung der durch Wind geworfenen bzw. gebrochenen Holzmassen (vgl. S. 351 f). Soweit es mit Hilfe der ständigen Waldarbeiterschaft nicht möglich ist, mit den Aufräumungsarbeiten so rasch vorwärts zu kommen, wie es im Interesse einer möglichst ungeschmälerten Verwertbarkeit des Materialanfalles und der Vorbeugung gegen Insekten erwünscht ist, müssen fremde Arbeitskräfte herangezogen werden. Bei großen, auf weite Gebiete sich erstreckenden Bruchverheerungen kann die Beschaffung der notwendigen Hilfskräfte zur zunächst brennendsten Frage werden und ihre Lösung an das Organisationstalent des einzelnen Revierverwalters hohe Anforderungen stellen.

Bei der Aufbereitung der in Schneebruchjahren meist in unerwünscht großen Mengen ausfallenden schwachen Nutz- und Brennhölzer sind behufs Konservierung und Transportkostenverringerung die Vorbedingungen für schnelles und möglichst vollständiges Austrocknen — sofortiges Schälen und luftiges Lagern (auf Unterlagen) — zu schaffen, besonders dann, wenn mit mehrjährigem Verbleiben im Walde gerechnet werden muß. Es empfiehlt sich zu diesem Zwecke, die schwächeren, nicht in Schichtmaße eingelegten Nutzhölzer (Schleif- und Grubenhölzer) in große Posten (Rollen) zusammenzubringen und in diesen die einzelnen Lagen rechtwinkelig zueinander aufzustapeln. Soweit es durchführbar ist und soweit angenommen werden darf, daß sich das Zusammenrücken des Holzes im höheren Preis bzw. in Erleichterung der Holzaufnahme bezahlt macht, sind auch die stärkeren Sortimente aus den Bruchorten an die Wege und breiteren Schneisen herauszurücken, es sei denn, daß es sich um Flächenbruch oder schwere Stämme handelt.

Handelt es sich um umfangreiche Bruchschäden, so liegt es nahe, sich bei den Aufräumungsarbeiten zunächst auf das stark verbrochene, am Boden liegende oder durch tieferen Schaftbruch völlig lebensunfähig gewordene Material zu beschränken. Bäume mit Wipfel- und höherem Schaftbruch, denen noch einige grüne Astquirle geblieben sind, läßt man vorläufig stehen. Sofern es möglich ist, die Bruchstelle glatt zu schneiden, fördert die Entfernung des Bruchendes das Ausheilen. Halbgebogene Stangen dürfen ebenfalls nicht sofort gefällt werden, weil sie sich häufig wieder aufzurichten und zur Erhaltung des Schlusses noch beizutragen vermögen. Zu Boden gedrückte, mit den Wurzelballen herausgehobene, verschobene und umgebogene jüngere Stangen lassen sich vielfach wieder auf- und geraderichten. Unter Umständen empfiehlt sich das Anbinden (mit Draht oder Wieden) derartiger zwangsweise zum Weiterleben bestimmter Stangen an benachbarte Stämme.

Der Rat, so viel als möglich halbinvalide Bäume zu schonen, gilt naturgemäß in erster Linie für solche Orte, deren Alter die Erhaltung wünschenswert macht und deren Gesamtzustand den Kahlabtrieb nicht unbedingt erforderlich erscheinen läßt. Man kann, wie zahlreiche Erfahrungen zeigen, selbst in reinen Fichtenbeständen, die unter den Nachwirkungen größerer Schneeschäden mehr zu leiden pflegen als Bestände

anderer Holzarten, mit der Erhaltung beschädigter Orte ziemlich weit gehen. Die unter dem ersten Eindrucke stark durchbrochener und eben aufgeräumter Bestände sich aufdrängende Hoffnungslosigkeit ist nicht immer gerechtfertigt. Vielfach zeigen die beschädigten Bestände, deren von den Verhältnissen bedingte vorläufige Forterhaltung mit dem waldbaulichen Gewissen des Wirtschafters unvereinbar zu sein scheint, ein überraschendes Ausheilungsvermögen. Der dem Herausgeber von seinem ersten Lehrherrn gegebene Rat, man dürfe frisch geräumte, zum größten Teile aus Krüppeln zusammengesetzte jüngere Schneebruchbestände während der ersten, auf die Kalamität folgenden Jahre überhaupt nicht ansehen, um sich den Ärger über den trostlosen Zustand und den Entschluß zum Kahlabtrieb zu ersparen, war scherzhaft gemeint; ein Körnchen Wahrheit aber liegt in ihm, wie das Erstaunen beweist, das schon manchen Revierverwalter ergriffen hat, wenn er beim Besuch seines früheren Reviers die seiner Zeit dem scheinbar unvermeidlichen Kahlabtrieb verfallenen Bruchorte nach Jahren wiedersah.

Wie weit man bei der Erhaltung verbrochener, insbesondere der durch Wipfelbruch gestummelten Stangen und Stämme gehen darf, läßt sich in Vorschriften über Quirlzahl oder Kronenlänge nicht festlegen. Es ist selbstverständlich, daß sich ein Teil der bei der ersten Aufarbeitung stehen gelassenen Stämme nicht bewährt und früher oder später entnommen werden muß. In den jungen Beständen kommt es häufig vor, daß die entwipfelten Stummel an der Bruchstelle stark einfaulen. Es geschieht dies, wie auch die in Fichtenbeständen vorgenommenen Untersuchungen Fankhausers[1]) bezeugen, namentlich an solchen Bäumen, die aus geschlossenen Beständen stammen und die infolgedessen durch den Wipfelbruch den größten Teil ihrer so wie so nicht großen Krone verloren haben. Aus räumigem Stande herrührende tiefbeastete Bäume sind zur Bildung von Ersatzwipfeln durch Aufrichten eines oder mehrerer Äste des obersten Quirles oder durch Bildung neuer Gipfeltriebe auf diesen Ästen viel mehr befähigt.

Noch besser als die Fichte pflegt die Kiefer Gipfelbrüche auszuheilen. Nach Meschwitz[2]) war an 20—28jährigen Kiefern, welche 1868 durch Gipfelbruch stark gelitten hatten, fünf Jahre später eine so vollständige Gipfelbildung erfolgt, daß bei den um etwa $1/5$ ihrer Länge geschädigten Exemplaren der frühere Bruch kaum noch erkannt werden konnte.

Aus den vorstehenden Ausführungen über möglichste Erhaltung beschädigter Jungorte darf jedoch nicht geschlossen werden, daß die sehr bedeutungsvolle Frage, ob der einzelne Bestand erhalten oder abgetrieben werden soll, mit der Entscheidung der Erhaltung gelöst und daß nun alles weitere allein dem heilenden Wirken der Natur zu überlassen sei. Je nach Holzart, Alter und Grad der Beschädigung machen die zu erhaltenden Bestände vielmehr allerhand Ergänzungs- und Pflegemaßregeln notwendig. Art und Umfang der in Frage kommenden Maßregeln lassen sich bei der großen Verschiedenheit der Bestandsformen und der Beschädigungen nicht allgemein, sondern nur an der Hand des Einzelfalles beurteilen.

Jüngere, durch Einzel-, Nester- und Gassenbruch beschädigte Nadelholzbestände ergänzt man am besten durch Pflanzung. Es hat keinen Wert, dabei allzu ängstlich zu sein und selbst kleine Lücken, deren Verwachsen zu erwarten steht, auszupflanzen. Wenn kleinere Löcher aus Gründen des Bodenschutzes zugepflanzt werden sollen, kann es unter Umständen, namentlich wenn der Boden zur Verwendung lichtbedürftiger Holzarten (Kiefer) zwingt, richtig sein, die Lücken vorher durch Abrundung auf eine den Anbau ermöglichende Größe zu bringen. Angesichts des meist ohnehin genügend großen Anfalles schwacher Hölzer ist es im allgemeinen aber ratsamer, die

1) Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1912, 335. — 2) Thar. Jhrb. 1874, 78.

kleinen Lücken auf ausgesprochenen Kiefernböden sich selbst zu überlassen. Ist der Boden frischer, so steht der Auspflanzung kleinerer Löcher mit einer Schattenholzart, am besten mit Buche, die man mittels Lodenpflanzung einbringt, nichts im Wege. Auch die Weymouthskiefer hat sich auf zusagendem Standort zu gleichem Zwecke sehr geeignet erwiesen. Befinden sich die durchlöcherten Bestände noch im Dickungsalter, so kann es zweckmäßiger sein, kleine Lücken mit Laubholzheistern (Ahorn) oder auch mit höheren Nadelhölzern (Weymouthskiefer, Lärche) auszufüllen.

Ältere Stangen- und Baumhölzer sind bei gleichmäßig starker Lichtung durch Schneeschäden mit einer Schattenholzart zu unterbauen, wozu in Fichtenbeständen Buche und Tanne, in Kiefernbeständen außer diesen beiden Holzarten auch Hornbaum, Fichte und unter Umständen sogar Traubeneiche sich eignen. Handelt es sich um Unterbau in bereits mannbaren Beständen und steht ein Samenjahr in Aussicht, so empfiehlt es sich, mit den Unterbauarbeiten erst dann zu beginnen, wenn der Erfolg des Samenjahres sich beurteilen läßt.

Klarere Fingerzeige für die Behandlung der Bruchorte sind dem Wirtschafter zumeist dann gegeben, wenn stärkere Beschädigungen, namentlich Flächenbruch, in Frage kommen. Je älter die auf diese Weise beschädigten Bestände sind, um so angezeigter ist es, sie abzutreiben. Müssen sie hingegen der Hiebsfolge wegen oder aus anderen Gründen noch längere Zeit mit fortgeschleppt werden, so steht dem Anbau der größeren Löcher mit einer dem Standort angepaßten Holzart nichts entgegen, während die nur durchlichteten Partien durch Unterbau vor Bodenverwilderung und Rückgang der Bodenkraft zu schützen sind.

In den Gothaischen Forsten[1]) verfuhr man beim Anbau der durch Schnee- und Duftbruch entstandenen Blößen, auf Grund von Untersuchungen (in 6 Oberförstereien), nach folgenden Richtlinien:

Altersstufe	Mindestgröße der anzubauenden Blöße a	Entfernung der Kultur vom Bruchrande m	Anbauvorschrift, je nach der Größe der Blößen
Dickicht . . .	0,1	2—3	bis 2 a Größe: nur Laubholzheister (Buche, Ahorn); über 2—10 a: Heister oder Buchenloden; 10 a und darüber: Heister, Buchenloden oder 5—6 jährige verschulte Fichten.
Stangenholz .	1	5	bis 1—3 a Größe: nur Heister; über 3 a: Heister und verschulte Fichten.
Mittelholz . .	2	8	bis 2—3 a Größe: nur Heister; über 3 a: nur Buchenloden.
Altholz . . .	—	—	Unter- oder Einbau wie nach Löcherhieben, falls der Bruchbestand noch mindestens 10 Jahre zu erhalten ist.

1) Protokoll üb. d. XXI. Vers. Thüring. Forstw. (1888). Eisenach 1889, 25.

In verbrochenen oder zusammengedrückten Laubholzjungorten kann der Schaden mitunter durch Abköpfen der beschädigten Stangen in Schranken gehalten werden.[1]) Man köpft die gedrückten und verbogenen Stämmchen oberhalb der Knick- oder Bruchstelle, und zwar möglichst über einem grünen Aste. Es ist zweckmäßig, die zusammengedrückte Fläche in annähernd gleicher Höhe zu köpfen. Ungleichmäßiges Köpfen und Stehenlassen unbeschädigter Stangen in ganzer Länge führt zum Entstehen von Sperrwüchsen. Zur Ausfüllung entstandener Lücken sind in Buchenschlägen Traubeneiche, Lärche, Weymouthskiefer, Weißerle und Robinie (diese nur in tieferen Lagen) mit Vorteil zu verwenden. Bei starker Beschädigung von Laubholzstangen bleibt aber nichts übrig, als sie auf den Stock zu setzen oder — falls sie hierzu wegen höheren Alters nicht mehr tauglich sein sollten — zu unterbauen, wozu sich in Buchenbeständen besonders die Tanne eignet.

Durch entsprechende Verbindung mehrerer dieser Mittel in einem und demselben Bestand entstehen mittelwaldartige Formen, welche — wegen ihrer Ungleichmäßigkeit in bezug auf Alter, Höhe und Wuchs — künftigen Schneeschäden besser widerstehen.

Zweites Kapitel.

Lawinen.[2])

1. Entstehung und Einteilung der Lawinen.

In ungleich höherem Maße als in den Vor- und Mittelgebirgen tritt die Schadenwirkung des Schnees bei der dem Hochgebirge eigentümlichen Lawinenbildung in Erscheinung.

Die Lawinen entstehen unter dem Einflusse der Masse und Beschaffenheit des gefallenen Schnees, sowie bestimmter meteorologischer Vorgänge (Witterung, namentlich Windströmungen) an mehr oder minder steilen Hängen mit glatter Oberfläche durch Abbruch oder Abrutschen großer Schneemassen. Je nach der Beschaffenheit und Grundursache der Bildung werden nach Coaz Staub-, Grund-, Ober- und Gletscherlawinen unterschieden. Eine andere Einteilung ist die in Rutsch- und Sturzlawinen, wobei erstere Grund- oder Oberlawinen sein können, während zu den Sturzlawinen die Staub- und Gletscherlawinen zu rechnen sein würden.

1. Staublawinen entstehen am häufigsten zu Beginn und während des Winters bei infolge kalter Witterung trocken fallendem Schnee. An steilen waldlosen Hängen geraten die lockeren Schneemengen von selbst oder durch Wind in Bewegung oder werden wohl auch durch Abbruch überhängender Schneewehen (Schneeschilder) in Bewegung gesetzt. Man versteht unter Schneeschildern (Schneegwehten) Schneemassen, die an den äußeren Rändern steil abfallender Gebirgsrücken oder vorspringender Felsblöcke zusammengehäuft wurden, in der Regel stark überhängen und bei Eintritt von Tauwetter oder aus anderen Ursachen (Wild, emporschnellendes Gebüsch)

1) Beling: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1876, 506. — 2) Coaz, J.: Die Lawinen der Schweizer Alpen. Bern 1881. — Ders.: Statistik u. Verbau der Lawinen in den Schweizer Alpen. Bern 1910. — Pollack, V.: Über die Lawinen Österreichs u. der Schweiz u. deren Verbauungen. Wien 1891. — Landolt, Elias: Die Bäche, Schneelawinen u. Steinschläge u. die Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch dieselben. Zürich 1886. — Sprecher: Jahrb. d. Schweizer. Alpenklub. Bd. 35/1900 u. 37/1902.

einstürzen und sich durch das Mitreißen der auf der geneigten Fläche liegenden Schneeschicht zur Lawine entwickeln (Schildlawinen). Beim Abrutschen zerstäubt der oben liegende feine Schnee, ganz besonders dann, wenn die Lawine über senkrechte Wände in die Tiefe stürzt; der tiefere schwerere Schnee gleitet am Boden hin.

Die dem eigentlichen Hochgebirge angehörenden Staublawinen werden im allgemeinen nicht gefährlich, wenigstens nicht durch den Schnee und kommen auch weniger häufig vor als die beiden folgenden Arten. Wenn hier und da größere Verheerungen auf Staublawinen zurückzuführen sind, so ist die Schadenursache fast regelmäßig der der Lawine infolge Zusammenpressung der Luft vorauseilende starke, bisweilen orkanähnliche Wind.

2. Als Grundlawinen (Schlag- oder Massenlawinen) werden die Lawinen dann bezeichnet, wenn die an einer Bergwand lagernden Schneemassen infolge ihres größeren Feuchtigkeitsgehaltes als geschlossene, nicht zerstiebende Masse ins Rutschen geraten und je nach der geringeren oder größeren Reibung der Gleitfläche mehr oder weniger schnell zu Tale fahren. Ihre Bildung setzt Erweichen und Zusammenballen des Schnees bis zur Bodenoberfläche voraus. Infolgedessen gehen die Grundlawinen meist erst zur Zeit der Schneeschmelze, im Nachwinter und Frühjahr ab. Zu dieser Zeit eintretende Regen, größere Steilheit der Hänge, schiefriges Gestein, Austreten von Quell- und Sickerwässern und Bedeckung des Bodens mit Rasen fördern die Bildung von Grundlawinen, während Felsblöcke und sonstige Bodenhindernisse (Wald) ihren Abgang erschweren.

Bei windstillem Wetter brechen die Grundlawinen unter der Einwirkung der Sonnenwärme gewöhnlich um Mittag oder in den ersten Nachmittagsstunden los. Sobald anhaltender Südwind weht, sind sie zeitlich weniger beschränkt. Der bei ihrem Abgang auf die Luft ausgeübte Druck ist weniger stark als bei den Staublawinen; sie wirken deshalb weniger durch den ihnen vorausgehenden Sturm als vielmehr durch den Schnee selbst. An ihrem Ende häufen sie den Schnee in dichten, schweren Massen mehr oder weniger kegelförmig zusammen.

Unter den verschiedenen Lawinenarten sind die Grundlawinen in der Regel die häufigsten und jedenfalls die gefährlichsten. Ihre Bahnen sind meist sichtbar, da sie von Zeit zu Zeit an denselben Stellen niedergehen.

3. Von Oberlawinen spricht man, wenn die oberen Schneeschichten in Bewegung geraten und abrutschen. Sie ereignen sich gewöhnlich mitten im Winter (Dezember bis Februar) und kommen dann zustande, wenn auf einer festen Firnkruste neue große Schneemassen auffallen und sich hier so anhäufen, daß sie sich auf der glatten Gleitfläche nicht mehr zu halten vermögen.

4. Gletscherlawinen entstehen durch Bersten von Gletschern bzw. Loslösen und Abbrechen der Endteile solcher. Mit nassem Schnee vermischt gelangen die Bruchstücke der Eismassen zum Abrollen, zerstieben beim Absturz und rufen dadurch das Bild von Staublawinen hervor.

Es ist überhaupt nicht immer möglich, die verschiedenen Lawinen nach den vorstehend genannten Hauptformen scharf voneinander zu trennen. Auch Grundlawinen werden oftmals durch Anprallen an Felsen und infolge des Luftwiderstandes zu scheinbaren Staublawinen. Umgekehrt geht der lockere Schnee der höchsten Lagen durch Auftauen und Niedersinken in zusammenhängende Massen über, so daß der Schneeabfluß den Charakter einer Grundlawine annimmt.

2. Schaden.

Der durch Lawinen angerichtete Schaden besteht im Niederreißen und Zerschmettern der im Wege liegenden Holzbestände, Versperren von Flüssen, Talzügen, Straßen, Überschütten und Zertrümmern menschlicher Ansiedelungen usw. Schon der die Lawine begleitende oder vielmehr ihr vorausgehende Luftdruck ist zuweilen so bedeutend, daß hierdurch noch mehrere hundert Meter vom Ruhepunkte der Lawine entfernt beträchtliche Windwürfe in den Waldungen verursacht werden. Auch der Gemswildstand leidet in lawinenreichen Jahren empfindlich.

Dem gewaltigen Druck einer ins Rutschen gekommenen Schneemasse kann kein Wald auf die Dauer Widerstand leisten. Der Umfang und die Geschwindigkeit der Lawine nehmen um so mehr zu, je höher, steiler, kahler und glatter der Hang ist. Hieraus erklärt sich die begünstigende Wirkung eines hohen Grasüberzuges.

3. Lawinenstatistik.

Am weitesten vorgeschritten ist die als Vorarbeit für die Verbauung dienende Lawinenstatistik in der Schweiz, dem klassischen Lande der Lawinen. Nach der im Jahre 1874 erfolgten Gründung des eidgenössischen Forstinspektorates wurde die 2 Jahre vorher für den Kanton Graubünden angeordnete Aufnahme der Lawinen auf das Gebiet der ganzen Schweiz ausgedehnt. Die Durchführung der Aufnahme erfolgte an der Hand einer Instruktion durch das mit der Verbauung der Lawinen bisher schon betraute Forstpersonal. Die zunächst nach Kantonen und Forstkreisen vorgenommenen Eintragungen der Lawinenzüge in statistische Tabellen wurden von J. Coaz nach natürlichen Grenzen, und zwar nach Flußgebieten und Untergebieten zusammengestellt und bis Ende 1909 vervollständigt.

Die Statistik weist 9368 Lawinen nach, und zwar 2958 Grundlawinen, 932 Staublawinen, 34 Gletscherlawinen und 5444 andere Lawinen auf, die bald in dieser bald in jener Form niedergehen. Nach der Periodizität ihres Sturzes getrennt, gehen 2192 Lawinen jährlich gewöhnlich einmal, 5294 mehrmals, 1288 nicht in jedem Jahre und 599 selten nieder. Nach der Jahreszeit, in welchem der Fall erfolgt, überwiegen die Frühjahrslawinen. Die weiteren Gesichtspunkte, nach denen bei der Aufnahme verfahren wurde, beziehen sich auf Ursprung der Lawinen innerhalb bzw. über der Waldvegetationsgrenze, ferner auf Höhenlage des Lawinenzuges, Bodenoberfläche am Ursprung, Art bzw. Benutzung des durchzogenen Geländes, und gefährdete Objekte (Wald, landwirtschaftlicher Grund, Straßen usw., Gebäude). Die Gesamtheit aller Lawinenzüge umfaßt eine Strecke von 10,214 km und 148,216 ha Fläche, während die Einzugsgebiete über 2,18 Millionen ha sich ausdehnen.

Das Programm, diejenigen Lawinen, durch welche Verkehr und Leben der Menschen bedroht oder Waldungen usw. und Gebäude geschädigt werden, durch Aufforstung und Verbauung zum Stillstand zu bringen, umschließt eine gewaltige, Jahrhunderte umspannende Kulturarbeit.

In den Schweizer Alpen sind mit Unterstützung durch den Bund bis Ende 1909 201 Verbaue vollendet und 68 weitere in Angriff genommen worden. Die hierbei für Erdarbeiten, Mauer-, Eisen- und Holzwerk aufgelaufenen Kosten betragen 1,6 Millionen Mark. Wie winzig diese sehr beachtenswerte, zum wesentlichen Teile der tatkräftigen Initiative des Oberforstinspektors Dr. Coaz zu dankende Kulturarbeit beim Vergleich mit der Zahl der vorhandenen noch unverbauten Lawinenzüge erscheint, lehrt ein Blick auf die Lawinenkarten und wird durch Coaz selbst betont, wenn er in seinem neuesten Werke über die Statistik und den Verbau der Lawinen (S. 117) sagt: „Wenn wir mit unseren Verbauen noch ein ganzes Jahrhundert wie bisher fortfahren, so wird diese unsere Tätigkeit auf der Lawinenkarte kaum merklich sichtbar erscheinen".

In ähnlicher Weise wie es in der Schweiz seitens des eidgenössischen Forstinspektorates 1874 geschehen, hat in Österreich das k. k. Ackerbauministerium im Jahre 1913 durch Erlaß an die Statthaltereien, Landesregierungen und Sektionen der Wildbachverbauung die Sammlung und Zusammenstellung von Beobachtungen über Lawinen und Steinstürze an-

geordnet. Auch in Österreich sind diese Arbeiten den Forstleuten, und zwar hauptsächlich den forsttechnischen Organen der politischen Verwaltung übertragen.

Auf dem Gebiete der Lawinenverbauung hat sich in Österreich namentlich Vincenz Pollak sowohl durch seine literarische Tätigkeit wie auch durch Leitung der Verbauungsarbeiten an der Vorarlbergbahn bleibende Verdienste erworben. Die Gesamtkosten der Lawinenverbaue beliefen sich hier auf rund 450,000 Mark. Neben zahlreichen Bauten zum Schutze von Verkehrsstraßen, Ortschaften und Waldungen in Tirol, Salzburg, Steiermark, Ober- und Niederösterreich sind besonders umfangreiche Verbauungswerke auch an der Brennerbahn notwendig geworden.

In Frankreich sind in den letzten 20 Jahren, nachdem die Lawinenverbaue 1892 dem mit der Wiederbewaldung der Gebirge betrauten Service des Eaux et Forêts unterstellt worden waren, zunächst in Savoyen, weiterhin auch in den französischen Meeralpen und in den Pyrenäen zahlreiche Verbaue ausgeführt worden.

Italien hat gegen die auf der Südseite der Alpen und in den Meeralpen niedergehenden Lawinen noch nichts getan. In Deutschland haben sich, von geringfügigen Holzbauten abgesehen, weder in den bayrischen Gebirgen, noch im Schwarzwald oder in den Vogesen infolge Fehlens von Lawinen Verbauungsarbeiten notwendig gemacht.

4. Bekämpfung.

Bei den zur Verhinderung von Lawinenschäden dienenden Vorkehrungen handelt es sich, wie beim Schutz gegen Wildbachverheerungen, um technische, den Verbau der Lawinenzüge bezweckende Vorkehrungen und um forstliche Maßnahmen, deren Ziel auf Schaffung bzw. Erhaltung von Wald im Anbruchs- und Bewegungsgebiete der Lawinen gerichtet ist.

In allen unter der natürlichen Waldvegetationsgrenze liegenden Lawinenzügen hat die Aufforstung das Endziel der Schutzvorkehrungen zu bilden. Die auch hier unumgänglichen technischen Verbauungsarbeiten haben die Erreichung dieses Zieles vorzubereiten und zu unterstützen. Sobald die Aufforstung gelungen und eine die Bildung von Lawinen hindernde Waldbestockung geschaffen worden ist, bedarf es der baulichen Vorkehrungen nicht mehr oder wenigstens nicht in dem Maße, wie in den oberhalb der Waldvegetationsgrenze liegenden Lawinenzügen. In letzteren müssen die als Vorkehrungen gegen die Bewegung des Schnees und gegen sein Abgleiten errichteten Schutzbauten für alle Zeiten erhalten bleiben. Sie sind hier nicht nur von vorübergehender, sondern von bleibender Bedeutung und müssen aus diesem Grunde von vornherein fester und widerstandsfähiger ausgeführt werden.

A. Bautechnische Schutzmaßregeln (Lawinenverbauung).

Unter Lawinenverbauung versteht man in erster Linie die Schaffung von Anlagen und Bauwerken, welche die Reibung zwischen Schnee und Unterlage im Entstehungsgebiete der Lawine so vergrößern, daß die Schneemassen festgehalten und am Abrutschen, mithin an der Bildung einer Lawine verhindert werden. Wenn infolge unüberwindlicher meteorologischer Verhältnisse oder von Geländeschwierigkeiten dem Entstehen und Abreißen von Lawinen nicht vorgebeugt werden kann, hat sich die Verbauung, sofern es notwendig erscheint, auf die Herstellung von Vorrichtungen zu erstrecken, die eine unschädliche Ableitung der Lawinen ermöglichen oder die einzelnen besonders gefährdeten Objekten einen direkten Schutz gewähren.

Die Wirksamkeit der dem Schnee als Stützpunkte dienenden Bauwerke ist um so größer, je mehr es gelingt, das Anbruchgebiet der Lawinen zu verbauen. Die

Gewalt des hier lagernden bzw. in Bewegung geratenden Schnees ist noch verhältnismäßig gering, so daß in vielen Fällen schon einfachere und weniger kostspielige Mittel der Lawinenbildung hinreichend vorzubeugen vermögen. In jedem Falle muß vor Beginn der Verbauung die Ursprungsstelle der Lawine ausfindig gemacht werden. Da der Abbruch vom Gelände wesentlich bedingt wird, so ist die Abbruchlinie meist schon von Natur bezeichnet, z. B. durch einen schroffen Gefällwechsel, oder ist alsbald nach dem Abgange einer Lawine unschwer zu bestimmen.

Die je nach den örtlichen Verhältnissen zur Anwendung kommenden Verbauungsanlagen sind: Horizontalgräben, Terrassierungen (Bermen), Verpfählungen, Trockenmauern, Schneebrücken, Schneefänge, Drahtgitter usw.

a) Horizontalgräben. Die Gräben werden als mehr oder weniger lange Stückgräben in horizontal verlaufenden Reihen und schachbrettartiger Verteilung im Anbruchgebiete der Lawine ausgehoben. Dadurch, daß der Schnee sich in ihnen festsetzt, erhöhen sie den Zusammenhang der ganzen Schneemasse mit dem Boden und erschweren ihr Abgleiten. Wenn sie als Verbauungsmittel trotzdem nur wenig zur Anwendung kommen, so liegt das daran, daß ihrer ebengenannten vorteilhaften Wirkung vielfach Nachteile gegenüber stehen. An steilen Hängen ist die Anlage von Gräben ebenso schwierig wie bedenklich in Hinsicht auf die weitgehende Lockerung des Bodens. Auch dort, wo der Boden an sich schon locker oder wasserreich ist, sind Gräben nicht am Platze, weil die äußeren Grabenränder — besonders im Frühjahr — leicht einbrechen. Außerdem erfordern Gräben, wenn sie wirksam bleiben sollen, unter allen Verhältnissen fortgesetzte Pflege in Gestalt jährlich notwendig werdender Räumungen.

b) Terrassierungen (Bermen). Bequemer und billiger wird der Zweck, das Abgleiten des Schnees zu verhindern, durch die Anlage 0,5—1 m breiter, horizontal verlaufender Terrassen oder Bermen erreicht. Der auf diesen Streifen sich ablagernde Schnee wirkt der Schubkraft der auf der Hangfläche liegenden Schicht um so besser entgegen, je breiter der Streifen, je weniger steil die Hänge sind und je geringer der Abstand zwischen den Streifen ist. An steilen Hängen und bei hoher Schneelage sind Bermen wirkungslos, auf lockerem oder wasserhaltigem Boden teilweise sogar gefährlich, weil hier die Böschungen, namentlich die talwärts aufgeschichteten Abtragsmassen, nicht halten. Die Bermen gewinnen aber an Wert, wenn sie nicht allein, sondern in Verbindung mit den nachfolgend genannten Schutzmaßregeln, mit Pfahlreihen oder Mauern, angewendet werden, weil sie deren Wirkung wesentlich zu unterstützen vermögen.

c) Verpfählungen (Abb. 125). Zur Herstellung von Verpfählungen werden 1,6—2 m lange Rundhölzer oder aus starkem Stammholz dreikantig ausgespaltene, 14—20 cm im längsten Durchmesser haltende Scheite bis zur halben Länge in den Boden eingetrieben, so daß sie 0,90—1 m über ihn herausragen. Man ordnet sie zumeist reihenartig an und gibt ihnen in der Reihe einen Abstand von 50—60 cm von Pfahlmitte zu Pfahlmitte. Damit sie feststehen, empfiehlt es sich, sie mit Steinen sorgfältig zu verkeilen. Die Herstellung standfester Pfahlreihen setzt naturgemäß das Vorhandensein eines hinreichend tiefgründigen Bodens voraus. Auf seichtgründigen Böden kann der mangelnden Standfestigkeit einzelner Pfähle durch Verbindung dieser Pfähle mit gut verankerten Pfählen mittels Holzlatten, verzinktem Draht oder durch talabwärts angebrachte Holzstützen nachgeholfen werden.

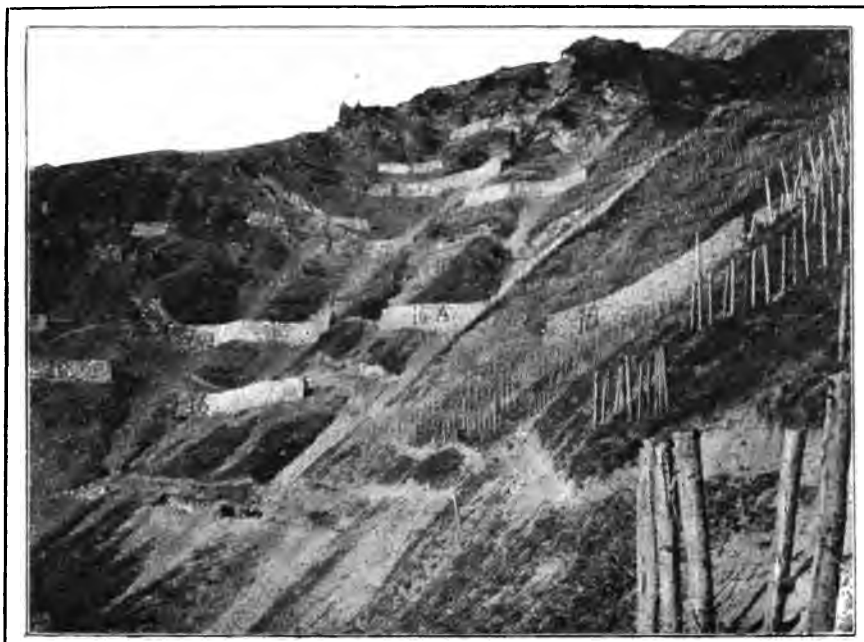


Abb. 125. Verpfählungen und Mauern als Lawinenschutz am Arlberge. (Aus Wang II. XI.)

Die Haltbarkeit der Pfähle ist durch Verwendung gut ausgetrockneten, entrindeten Holzes zu sichern. Um ihre Dauer zu erhöhen, hat man die Pfähle auch hin und wieder vor dem Einschlagen ein- oder zweimal mit heißem Karbolineum angestrichen. Wirksamer als dieses Verfahren ist es, die Pfähle in erwärmtes Karbolineum einzulegen und sie hier längere Zeit liegen zu lassen. Ankohlen der Pfähle ist nicht zu empfehlen. Da der an der Verbauungsstelle vorzunehmende Anstrich mit Karbolineum bzw. das Eintauchen in solches der hohen Transportkosten und sonstigen Umständlichkeiten wegen aber meist unterbleibt, ist es ratsam, die Pfähle aus möglichst dauerhaftem Holze herzustellen. Am besten eignen sich hierzu Lärche, Zirbel- und Bergkiefer. Lärchenpfähle halten 20—30 Jahre, während Fichten- und Tannenpfählen nur eine Dauer von 8—10 Jahren innewohnt.[1])

Über den Abstand[2]) der Pfahlreihen voneinander entscheidet die Neigung des Geländes. Je steiler der zu verbauende Hang ist, um so geringer muß der Abstand bemessen werden, wenn die Pfahlreihen hinreichende Sicherheit gegen das Abrutschen des Schnees bieten sollen. Während es auf weniger steilem Terrain genügt, die Pfahlreihen in Abständen von 6 und mehr Meter zu stellen, müssen sie nach Engler bei einem Neigungswinkel von 40° so nahe aneinander gerückt werden, daß es sich der Schwierigkeit der technischen Ausführung wegen nicht lohnt, sie anzuwenden An ihre Stelle haben dann Mauern zu treten.

Andere Arten der Verbauung mit Holzpfählen bestehen darin, daß man die Pfähle innerhalb der Reihe einander bis auf 30 cm nähert (geschlossene Pfahlreihen) oder daß man sie mit Ast- und Abraumholz bzw. mit schwächeren Stangen verflicht. Abb. 126 zeigt die zuletzt genannte Verbauung im Grundriß, Abb. 127 im Aufriß. Ähnliche Bauwerke sind die sog. Schneefänge, d. h. festere, aus senkrecht eingerammten Holz- oder Eisensäulen und wagerecht eingelegten Stangen bestehende Zäune. Bisweilen werden derartige Zäune ober- und unterhalb der Anbruchstelle in verschiedener Länge und wechselndem Abstande von

1) Engler, A.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1907, 147. — 2) Fankhauser, F.: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1912, 11.

einander in der Weise errichtet, daß unterbrochene horizontale Zaunlinien entstehen. Unter dem Zwischenraum der oberen Reihe kommt in der benachbarten unteren Reihe dann stets ein Zaun zu stehen (vgl. Abb. 126). Bei verschiedenen Verbauungen sind weiterhin die Pfähle nicht reihenartig nebeneinander, sondern zu viert in die Ecken eines mit der Diagonale in der Richtung der Fallinie des Hanges verlaufenden Quadrates gestellt worden. Auch in Form dreiseitiger Pyramiden schräg eingeschlagene und am Kopfe durch einen hölzernen Bolzen oder Eisenring zusammengehaltene Pfähle sind vereinzelt mit Vorteil verwendet worden.

Die mit Verpfählungen zu erzielenden Erfolge sind dort, wo der Schnee in nicht zu großen Mengen und nicht zu trocken fällt, im allgemeinen befriedigende, vorausgesetzt, daß es sich um Verbauungen unter der oberen Waldgrenze handelt und der Boden genügend tiefes Einschlagen der Pfähle gestattet. An steilen, schneereichen Hängen, auf lockeren, zur Rutschung neigenden Böden, namentlich aber in den für die Aufforstung nicht mehr in Betracht kommenden Lagen über der Waldgrenze hat der Pfahlverbau keinen Wert und ist hier durch Errichtung von Mauern zu ersetzen bzw. nur in Verbindung mit Mauern anzuwenden. Der Erfolg der Verpfählungen hängt wesentlich auch von der Art ihrer Unterhaltung ab. Es ist notwendig, sie so lange in gutem Zustande zu erhalten, bis die gleichzeitig mit der Verpfählung oder bald nach derselben ausgeführte Kultur derartig erstarkt ist, daß sie allein den Schnee zurückzuhalten vermag. Da auf weniger günstigem, namentlich auf flachgründigerem Gelände ein mehr oder weniger großer Teil der Pfähle nach jedem Winter frisch verkeilt, bei langsamer Entwickelung der Kultur sogar ein- bis dreimal neu ersetzt werden muß, erfordern Verpfählungen ziemlich bedeutende Unterhaltungskosten.

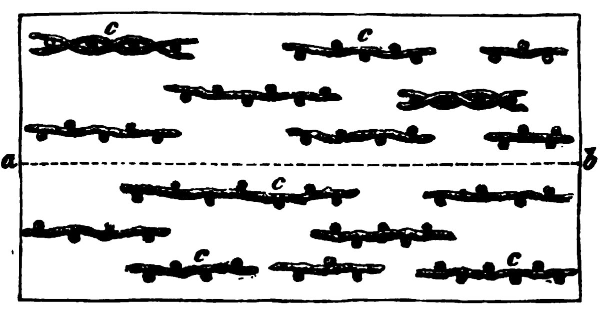


Abb. 126. Grundriß einer Lawinenverbauung mit Holz. *ab* Abbruchslinie. *c* Pfahlreihen, im Verband angelegt.

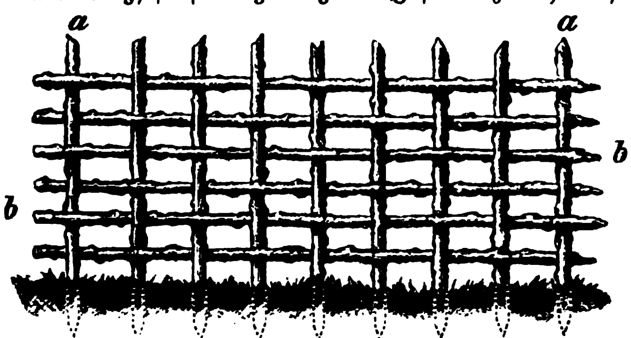


Abb. 127. Pfahlzaun zur Sicherung gegen Lawinenbildung.

Nach Coaz[1]) schwankte bei den schweizerischen Lawinenverbauen in den Jahren 1905 bis 1909 der Durchschnittspreis bei den Verpfählungen für 1 Pfahl zwischen 0,24—1,44 Mk. Engler[2]) gibt die Kosten eines Pfahles einschl. Herstellungskosten der zugehörigen Berme auf 0,32—1,60 Mk. an und weist darauf hin, daß ein Pfahl gewöhnlich nicht höher als auf 0,80 Mk. zu stehen kommt, sobald das nötige Holz in der Nähe der zu verbauenden Stelle vorhanden ist.

1) Statistik u. Verbau der Lawinen usw. Bern 1910, 118. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1907, 148.

d) Schneebrücken. Man versteht hierunter rechenartige, gegen den Berghang gekehrte Vorrichtungen, deren Zweck dahin geht, in engen, steilen und felsigen Rinnen oder Gräben, in denen Verpfählungen oder Mauern nicht möglich oder zu teuer sind, die Schneemassen aufzufangen und zum ruhigen Ablagern zu bringen. An der zu verbauenden Stelle wird ein entsprechend langer Stamm bzw. ein Stück eines solchen quer über den Graben gelegt und an beiden Auflagern durch vorgeschlagene Pfähle festgehalten. An diesem Querbalken werden nach dem Hang zu liegende Stangen in Abständen von 20—30 cm befestigt (Abb. 128). Bei größerer Länge dieser Stangen empfiehlt es sich, die Schneebrücke noch durch weitere Querbalken bzw. durch untergestellte Joche zu versteifen. Um die Fangwirkung der Schneebrücken zu erhöhen, können an die Langhölzer oberseits auch noch senkrecht stehende Schneepfähle angenagelt oder angelehnt werden.


Abb. 128. Schneebrücke (nach Wang).

e) Mauern. Unter den verschiedenen im Lawinenverbau angewendeten bautechnischen Hilfsmitteln kommt den zumeist in Trockenmauerwerk ausgeführten Mauern die größte Bedeutung zu. Sie werden in horizontalen Abständen von 6—10 m errichtet, sofern die Beschaffenheit des Terrains und die Neigungsverhältnisse in der Wahl der Baustellen freie Hand lassen. An Stelle der früher üblichen Ausmaße (1 m Höhe, 0,60 m Kronenbreite) gibt man den Mauern in neuerer Zeit eine bergseitige Höhe (Abb. 129 a b) von 1,2—2 m, eine Kronenbreite (b c) von 0,8 bis 1,0 m und ihrer talabwärts gelegenen Rückenseite einen schwachen Anzug. Die Mauerkrone wird, um dem Eindringen von Wasser vorzubeugen, mit Steinplatten oder Rasenziegeln abgedeckt.



Abb. 129. Trockenmauer auf felsigem Grunde zur Vorbeugung gegen Lawinenbildung.

Besondere Beachtung verdient die Fundierung der Mauern. Wenn möglich, errichtet man sie dort, wo der Baugrund eine sichere und nicht zu kostspielige Fundierung zuläßt. An steilen, felsigen Hängen kommt man allerdings um die Notwendigkeit, einen horizontalen Fuß für die Mauer in den Fels einsprengen zu müssen, in vielen Fällen nicht herum.

Der Wert der Mauern besteht darin, daß sich in dem bergseitig gelegenen und unausgefüllt bleibenden Raume Schnee absetzt. Je mehr dieses geschieht, je größer also der der Schneeaufnahme dienende Raum ist, um so besser wird die Schneemasse des ganzen Berghanges festgehalten. Die Mauern wirken auf diese Weise als Schneehaken und bewähren sich als solche namentlich in der

über der Waldgrenze gelegenen Region. Um den Raum für die Schneeablagerung zu vergrößern, empfiehlt es sich, wie schon oben angedeutet wurde, hinter den Mauern Bermen anzubringen.

Wie bei den Pfahlreihen wird der gegenseitige Abstand der Mauern von den Neigungsverhältnissen der zu verbauenden Fläche beeinflußt. Da aber außerdem auch der Baugrund, sowie das Vorhandensein des notwendigen Baumateriales bzw. die Möglichkeit der Herbeischaffung der erforderlichen Steine bei der Wahl der Baustelle mit in Betracht gezogen werden müssen, so folgt daraus, daß weder für den Abstand der Mauern voneinander, noch für ihr Profil allgemein gültige Zahlen gegeben werden können. Nur an gleichmäßig geneigten Hängen von gleicher oder ähnlicher Bodenbeschaffenheit sind gleiche Profile und Abstände berechtigt. Bei häufigem Wechsel von Gefälle und Bodenbeschaffenheit bedarf die Bestimmung der Ausmaße, welche der einzelnen Mauer zu geben sind, besonderer Erwägungen. Um Oberlawinen zu verhindern, empfiehlt Engler in seiner mehrfach angezogenen Arbeit über Verbau und Aufforstung von Lawinenzügen, zwischen die Mauern von normalen Profilen höhere und stärkere Mauern einzuschalten, und zwar besonders dann, wenn es sich um Verbauung langer, steiler, gleichmäßig geneigter Lawinenzüge handelt.

Die Kosten der Mauerausführung stellen sich nach Coaz unter Zugrundelegung der im Zeitraum 1905—1909 in der Schweiz gesammelten Erfahrungen auf durchschnittlich 4,25—11,70 Mk. für den Kubikmeter Trockenmauerwerk. Engler gibt hierfür 4,80—6,00 Mk. an, vorausgesetzt, daß geeignete Mauersteine an Ort und Stelle vorhanden sind.

Bei allen Verbauungen, gleichviel in welcher Weise sie erfolgen, arbeitet man unter möglichster Anlehnung der Bauwerke an natürliche Anschlußpunkte (Felsköpfe) von oben nach unten. Besondere Aufmerksamkeit verdienen alle an Quell- und Sickerwässern reicheren Hänge. Ihre Entwässerung durch Sickergräben ist unbedingt notwendig, da infolge des Zurückhaltens des Schnees die Menge des lockernden und zu Bodenrutschungen Veranlassung gebenden Wassers nicht geringer, sondern wesentlich erhöht wird.

Neben den im vorstehenden kurz angedeuteten, auf horizontale, d. h. quer zur Gefällsrichtung verlaufende Erd-, Holz- und Steinbauten sich erstreckenden Verbauungsmethoden, kommen bei Lawinen, deren Abrißgebiet hoch im Gebirge über der Waldgrenze liegt und deren Verbauung unmöglich ist, noch andere bautechnische Schutzvorrichtungen in Betracht. Ihr Ziel ist nicht auf Verhinderung der Lawinen, sondern auf deren unschädliche Ableitung gerichtet. Man bezeichnet solche, nicht in das Gebiet der Forsttechnik fallende Schutzbauten als Partialkorrektionen. Wie die namentlich bei der Gotthardbahn angewendeten Mittel zeigen, laufen diese Partialkorrektionen darauf hinaus, die zu Tal fahrenden Schneemassen von Verkehrsadern (Eisenbahnen, Kunststraßen) dadurch abzuhalten, daß man sie in geschlossenen Galerien über die gefährdeten Tracen hinwegleitet oder durch offene Durchlässe unter ihnen hindurchführt. Außerdem dienen im unteren Teil des Ablagerungskegels angebrachte Schutzmauern zum Aufhalten des Lawinenstromes und Leitwerke (Leitdämme, Gleitrinnen) sichern gegen falsches Niederfahren und seitliches Ausspringen. Um einzelne in der Lawinenbahn stehende Wohnstätten usw. zu schützen, werden in deren unmittelbarer Nähe aus Stein oder Erde bestehende Lawinenbrecher oder Spalteggen errichtet. Es handelt sich hierbei um dreiseitige Stein- oder Erdpyramiden, deren Querschnitt gewöhnlich ein gleichschenkliges, mit der Spitze gegen den Lawinenzug gerichtetes Dreieck darstellt.

In neuerer Zeit ist für Lagen, wo der Abgang von Lawinen nicht verhindert werden kann, die künstliche Lawinenbildung, d. h. das künstliche Veranlassen ihres Abganges

in Vorschlag gebracht worden.[1]) Der Vorschlag geht von der richtigen Erwägung aus, daß anzustreben ist, die Lawinengefahr und die mit ihr zusammenhängende Verkehrsunsicherheit auf eine bestimmte Zeit zu beschränken. In wie weit die in dieser Richtung laut gewordenen Anregungen praktisch verwertet werden können, steht noch dahin. Voraussetzung für die praktische Verwertung ist jedenfalls, daß der Lawinenforschung und Lawinenverhütung mehr Beachtung geschenkt wird als es bisher, von den auch hier vorhandenen Ausnahmen abgesehen, im allgemeinen geschehen ist.

B. Forstliche Schutzmaßregeln (Aufforstung).[2])

Wie schon oben erwähnt wurde, hat die Verbauung der unterhalb der natürlichen Waldgrenze liegenden Lawinenzüge der ihr baldmöglichst folgenden Aufforstung die Wege zu ebnen und solange zu halten, bis der herangewachsene Wald seinerseits die notwendige Schutzrolle allein auszuüben imstande ist. Das schließt natürlich nicht aus, die Schutzbauten von vornherein so auszuführen, daß sie den Wald auch dann noch in seiner Wirkung unterstützen, wenn er den ihn zum zweifellos besten Bollwerk machenden Zustand bereits erreicht hat.

Die Erhaltung bzw. Schaffung von Wald bis zur natürlichen Waldgrenze ist die wichtigste Schutzmaßregel gegen die Entstehung von Lawinen. In verlichteten, gleichaltrigen, an steilen und glatten Hängen stockenden Beständen ist das Abrutschen von Schnee zwar nicht ausgeschlossen, immerhin setzen die Bäume diesem Vorgange so große Hindernisse entgegen, daß der Satz: „im geschlossenen Walde entsteht keine Lawine", Anspruch auf ziemlich allgemeine Gültigkeit hat.

Je ungleichalteriger der Wald ist, um so größer ist seine Schutzwirkung. Daraus ergibt sich ohne weiteres die Forderung, bei der Begründung und späteren Bewirtschaftung der Bestände alle Mittel zu benutzen, die zur Heranziehung von Plenterwald beitragen. Wo schon verjüngungsfähige Bestände vorhanden sind, darf die Wiederverjüngung nur auf natürlichem Wege, und zwar nicht in raschem, sondern in möglichst lang hinausgezogenem Verjüngungsgange erfolgen. Kahlhiebe müssen auf alle Fälle ausgeschlossen bleiben. Bei Aufforstungen kahlen oder nur räumdig bestockten Geländes sind alle auf der Aufforstungsfläche vorhandenen Holzgewächse zu schonen, vorausgesetzt, daß sie der Entwickelung der jungen Kultur nicht hinderlich sind. Die auf den aufgeforsteten Kahlflächen heranwachsenden mehr oder weniger gleichalterigen Bestände sind, sofern nicht die Hochlage schon selbst dafür sorgt, licht zu erziehen, um stufig erwachsene und widerstandsfähige Bäume heranzubilden. Durch frühzeitig eingeleitete, gruppen- und horstweise Naturverjüngung ist danach zu streben, die Gleichaltrigkeit der Bestockung durch Ungleichaltrigkeit zu ersetzen.

Als Holzarten kommen bei der Lawinenverbauung in den höchsten Lagen in erster Linie die Arve[3]), dann die stammgerade Bergkiefer, die Lärche und allenfalls noch die Fichte in Betracht; in mittelhohen und tieferen Lagen sind neben der Fichte auch Tanne und Laubhölzer zu verwenden. Engler (a. a. O. 160) befürwortet für die Aufforstung schattiger, schneereicher Nordhänge ganz besonders den Anbau der in den westschweizerischen Alpen bis zu 1800 m hinaufsteigenden Tanne, weil sie eine

1) Sprecher: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1910, 186, 236, 270. — 2) Volkmann, H.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1878, 239, 294, 355. — Zbarek: das. 1892, 145. — Merz: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1900, 218. — Müller: Prakt. Fw. f. d. Schw. 1905, 218. — 3) Rickli, M.: Die Arve in der Schweiz. Zürich 1909.

langandauernde Schneebedeckung besser verträgt als die Fichte und den Anfeindungen des im schneereichen Hochgebirge wirtschaftlich beachtenswerten Epiphyten Herpotrychia nigra (s. S. 190) nicht ausgesetzt ist. Sobald es die klimatischen und Bodenverhältnisse des Aufforstungsgebietes gestatten, ist der Erziehung von Mischwuchs die gleiche Aufmerksamkeit zu schenken wie der Schaffung ungleichaltriger Bestände. Neben den oben genannten Nadelhölzern kommen namentlich Bergahorn (bis 1700 m) und Buche (bis 1400 m) als Mischhölzer in Frage.

Unter den nicht hochstämmig werdenden Holzarten haben Legföhre und Alpenerle als Schutzhölzer zur Erziehung weniger harter Holzarten Bedeutung. Die übrigen Gebirgssträucher: Alpenweiden, Alpenrosen, Wacholder, Loniceren, Heide usw. sind als Bodendecke zwar wertvoll und bedürfen deshalb, wo sie sich vorfinden, der Schonung, sie vermögen aber nicht, den Schnee in erforderlichem Maße zurückzuhalten.

Bei Neuaufforstungen ist die Bestandesbegründung, je nach Umständen, bald durch Saat, in der Mehrzahl der Fälle aber durch Pflanzung auszuführen. An steinigen Hängen, wo es an Boden fehlt, sät man in kurze, etwas bergseitig geneigte Stückrinnen unter dem Schutze von Steinen, Felsblöcken, Stöcken, eingesteckten Reisern oder gefällten Stämmen, die — durch Stöcke gehalten — als Schutz gegen Schneeschub usw. dienen. Wo es hingegen an Erdkrume nicht fehlt, z. B. in Mulden usw., wird mit größerem Vorteile gepflanzt. Reihenpflanzungen empfehlen sich nicht; es ist zweckmäßiger, die Pflanzen in kleinen, aus 3—5 Individuen bestehenden Gruppen zu vereinigen. Innerhalb einer solchen Gruppe gibt man den Pflanzen 0,5— 1 m, den Gruppen selbst 2—4 m Abstand voneinander. Regelmäßigkeit in der Anordnung der Gruppen verbietet sich meist von selbst. Auch dort, wo die Geländebeschaffenheit sie gestatten würde, tut man gut, auf Regelmäßigkeit zu verzichten und bringt die Pflanzen lieber an Stellen, wo sie einigermaßen geschützt sind, z. B. an den talseitigen Fuß von Mauern, Pfahlreihen, Stöcken usw. Um zu langes Liegenbleiben des Schnees um die Pflanzen herum zu vermeiden, ist das Bepflanzen von Bermen ebenso zu unterlassen wie das Anbringen von Vertiefungen an der der Pflanzstelle.

Es ist selbstverständlich, daß in den zum Schutze gegen Lawinen dienenden Waldungen die Holznutzung nur eine vollständig untergeordnete Rolle zu spielen hat. Die betreffenden Wälder sind **Schutzwaldungen** oder, wie sie gewöhnlich genannt werden, **Bannwaldungen**, und ihre Bewirtschaftung hat, wie schon aus dem oben Gesagten zur Genüge hervorgeht, durchaus nach den für Schutzwaldungen geltenden Regeln zu erfolgen. Die Holznutzung soll sich in der Hauptsache auf das abständige Material erstrecken, darf aber, wenn die Erziehung widerstandsfähiger Bäume es verlangt, auch die Forderungen einer intensiven Bestandespflege nicht vernachlässigen. Bei jeder Holzentnahme sind die Stämme hoch abzuschneiden und die Stöcke im Boden zu belassen.

Weide und Streunutzung sind unzulässig, zumal die außerordentlich schädliche Ziegenweide. Mit langem Grase bedeckter Boden ist dem Abgleiten des Schnees allerdings günstig; das Abmähen des Grases im Herbst ist daher nicht unvorteilhaft, weil die Stoppeln einen größeren Halt bieten.

Oberhalb der natürlichen Waldgrenze, wo die Schaffung einer schützenden Waldbestockung nicht möglich ist, ist neben der Verbauung auf Bindung des Bodens durch

Kleinsträucher und Gras zu achten. Obgleich die in den Hochlagen sich innig an den Boden anschmiegenden Kleinsträucher (Heide, Heidelbeere, Weiden usw.) das Abrutschen des Schnees nicht hintanzuhalten vermögen, sind sie doch wertvoll, weil sie den Boden decken, vor Aufreißen und Abschwemmen schützen und zur Humusbildung beitragen.

Drittes Kapitel.

Duft und Eisanhang.[1])

1. Entstehung.

In vielen Fällen wird die zum Bruche der Kronen und Schäfte führende Belastung der Bäume nicht durch Schnee, sondern durch Eis, oft auch durch beides zusammen, bewirkt. Nach dem verschiedenen Vorgange bei der Entstehung der Eismassen bezeichnet man die Eisbildungen als Glatteis, Duft und Eisanhang.

Glatteis entsteht, wenn Regen bei einer Temperatur über 0° auf unter 0° abgekühlte Gegenstände fällt. Eine irgendwie gefährlich werdende Belastung der Baumteile findet bei Glatteisbildung nicht statt. Selbst auf dem Erdboden und den mehr oder weniger wagerecht stehenden Ästen und Zweigen ist die Dicke der sich bildenden Eisschicht eine nur geringe. An hängenden oder schräg abwärts gerichteten Baumteilen entsteht Glatteis nur selten, in den obersten Kronenpartien fehlt es meist gänzlich. Wenn sich Schäfte und andere mehr senkrecht stehende Teile des Baumes mit einer Glatteisschicht überziehen, so nimmt deren Dicke infolge des ablaufenden und erst allmählich nach Abgabe seiner freien Wärme erstarrenden Wassers von oben nach unten zu.

Mit Duft (Rauhreif, Rauhfrost, Reifanhang, Anhang) bezeichnet der Forstmann die allbekannte Erscheinung, bei welcher sich die atmosphärische Feuchtigkeit in Form dünner Eisnadeln an Blättern, Zweigen usw. niederschlägt. Obgleich diese Eisnadeln nur locker anhängen, kann bei starker Reifbildung die Belastung der Kronen eine so große werden, daß Bruchschäden eintreten. Reine, d. h. nur durch Duft bewirkte Brüche („Duftbrüche") sind aber nicht häufig und verursachen auch meist keinen erheblichen Schaden. Wohl aber vermag der Schaden einen außergewöhnlichen Umfang anzunehmen, wenn sich auf den bereiften und dadurch mit größerer Fangfläche ausgestatteten Bäumen schwere Schneemengen ablagern.

Eine dritte, dem wirklichen Eisanhang sich nähernde Form von Belastung der Bäume mit zu Eis gewordenem Wasser entsteht durch Gefrieren aufgetauten oder beregneten Schnees (Abb. 130). In den Kronen stark mit Schnee behangener Nadelhölzer usw., und zwar besonders dort, wo das Schmelz- oder Regenwasser am Abfluß verhindert wird, bilden sich in diesem Falle undurchsichtige, milchig aussehende Eiskrusten, hin und wieder auch durchscheinende Eiszapfen. In dicht geschlossenen Beständen kann es vorkommen, daß infolge des geschilderten Vorganges die Kronen vollständig zusammenfrieren.[2])

Noch unangenehmer und verderblicher als die ebengenannte Eisbildung ist der

---

1) v. Löffelholz, Frhr.: Allg. F. u. J.-Ztg. 1832, Okt. 41. — Bonhausen: das. 1881, 431. — Forstl. Bl. 1889, 251. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1894, 324. — Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1894, 139.



Abb. 130. Eisanhang (angefrorener Schnee) am Westrande eines 60 jährigen Fichtenbestandes im Erzgebirge im Winter 1910 (phot. von A. Reiche).

in Form harter, oft klarer und durchsichtiger Eismassen auftretende wirkliche **Eisanhang**. Sein Entstehen hängt mit dem Wehen kalter Winde in den unteren Luftschichten während eines Regens, zumeist aber damit zusammen, daß überkälteter, d. h. unter den Gefrierpunkt abgekühlter Regen, sog. Eisregen, fällt, dessen Tropfen sich beim Aufschlagen in Eis verwandeln. Überall dort, wo die Regentropfen hingelangen — bei senkrechtem Einfallen in den oberen Kronenteilen der Bäume, bei durch Wind mehr oder weniger schräg angewehtem Regen an den der Richtung desselben zugewendeten Seiten —, umhüllen sich selbst die dünnsten Zweige mit einem Eismantel, dessen Dicke mit der Ausgiebigkeit und Dauer des Regens zunimmt und dessen Last um so schwerer wird, je größer infolge dichter Benadelung oder infolge von Laub- oder Duftanhang die Stütz- und Auffangfläche ist. Grashalme werden durch den Eispanzer bleistiftstark und die dünnsten Zweigspitzen der Laubhölzer umgeben sich mit fingerdicken Eishüllen.

Vielfache Gewichtsbestimmungen des an einzelnen Baumteilen hängenden Eises weisen auf die außerordentliche Belastung und die großen Schäden hin, die durch Eisanhang herbeigeführt werden können. Im Revier Hochweisel (Taunus) kamen 1838 auf 6 kg Holz etwa 49 kg Eis, mithin das Achtfache des Gewichtes. In Westdeutschland (Spessart, Oden-

wald usw.) betrug 1858 das Gewicht der mit der Eiskruste überzogenen Baumteile das 18—20fache. Ein noch nicht meterhoher Wacholderstrauch trug 15 kg, eine etwa meterhohe Fichte 75 kg Eis. An den Kiefern hatten einzelne Nadeln 16 g und mehr zu tragen. Welche eigenartigen Eisumhüllungen hierbei entstanden, möge aus den Abb. 131 und 132 ersehen werden. 1879 wurde bei einem Eisbruche bei Fontainebleau ein Rhododendronblatt von 13 g Eigengewicht gefunden, an dem eine Eismasse von 300 g hing.[1]) Im Wiener Walde kamen im gleichen Jahre auf einen Gewichtsteil eines blattlosen Zweiges bei Tanne 31,1, bei Kirsche 36,7, bei Zerreiche 44,1, bei Fichte 51,3, bei Buche 85,3 und bei Kiefer sogar 99,0 Gewichtsteile Eis.[2])



Abb. 131. Kiefernnadelbüschel, ringsum dick vom Eis inkrustiert.

2. Schaden.

Die durch Duft- und Eisbruch entstehenden Schäden sind naturgemäß dieselben wie bei Schneeauflagerung. Sie bestehen in Zuwachs- und Nutzholzverlust, Zopftrocknis (bei Entwipfelung), Bestandsdurchlöcherung, Bodenverwilderung, Störung des Wirtschaftsplanes, Veranlagung zu Insekten- und Pilzschäden, Erschwerung des Holzhauereibetriebes usw.

Wie bei allen anderen atmosphärischen Einwirkungen hängt die Höhe des jeweils angerichteten Schadens von Bestand und Standort ab. Als beeinflussende Faktoren kommen im einzelnen iu Betracht:

a) Holzart.

Es ist selbstverständlich, daß die Nadelhölzer wie beim Schnee auch durch Eis mehr leiden als die Laubhölzer. Der größte Schaden trifft in der Regel die Kiefernarten, ihnen folgen Fichte, Tanne und Lärche.

Unter den Laubhölzern ist die geringste Widerstandsfähigkeit gegen Eisanhang im Durchschnitt aller Beobachtungen an Birke und Buche festgestellt worden. Eiche und Edelkastanie haben sich gewöhnlich am meisten stand- und bruchfest gezeigt. Pappeln, Sahl- und Bruchweide, Erlen und Robinie sind ihres brüchigen Holzes wegen ebenfalls stark gefährdet, nur tritt ihre größere Gefährdung infolge der geringen Verbreitung dieser Holzarten bis zur Unauffälligkeitsgrenze zurück. Mit trockenem Laube behangene Laubhölzer bieten, wie schon oben erwähnt, dem Duft- und Eisanhang günstigere Vorbedingungen zu schädlichem Auftreten als laubleere. Hin und wieder



Abb. 132. Kieferntrieb mit epaulettenartiger Eiskruste.

1) Rey: Ztschr. f. F. u. Jw. 1906, 151. — 2) Breitenlohner: Forschungen a. d. Gebiete d. Agrikulturphysik 1879, 497.

ist deshalb die Eiche in die Reihe der am stärksten mitgenommenen Holzarten gerückt worden. In gleicher Weise läßt es sich erklären, daß mit Samen behangene Hornbäume, Eschen, Robinien und Platanen als besonders empfindlich sich erwiesen haben.

Eine jederzeit gültige Empfindlichkeitsskala der Holzarten in bezug auf den Eisanhang läßt sich, wie aus den vorstehenden Andeutungen und den schon früher erörterten Gründen hervorgeht, nicht gut aufstellen.

In den beiden Jahren 1838 und 1858 wurden z. B. im westlichen und südlichen Deutschland (Taunus, Odenwald usw.) die Birken und Eichen durch Duft- und Eisbruch stark beschädigt, weil an den Trieben dieser Laubhölzer, infolge des frühzeitigen Eintrittes starker Nachtfröste (Oktober), eine grünwelke Belaubung bis tief in den Winter hinein hängen geblieben war.

In Böhmen litten im Winter 1903/4 Kiefer, Lärche und Birke am meisten, Fichte weniger, Buche und Tanne am wenigsten. Bei einem im westlichen Mähren (Domäne Teltsch)[1], im Jahre 1910 sich ereignenden Eisbruche litt hingegen in den Altholzbeständen die Tanne am meisten.

b) Holzalter.

Während der Schneeschaden in erster Linie die Dickungen und geringen Stangenhölzer heimsucht, trifft der Duft- und Eisbruch mehr die stärkeren Stangenholzorte und die Baumhölzer.

Scharfe Grenzlinien nach dem Alter lassen sich jedoch nicht ziehen, da für die Gefährdung des einzelnen Bestandes insbesondere der Standort maßgebend ist. Bei starkem Eisanhang leiden alle Altersklassen mehr oder weniger. Nach wiederholten Beobachtungen aber pflegen Kiefern und Lärchen im Alter von 30—60 Jahren, Buchenbestände im Alter von 40—80 Jahren am meisten betroffen zu werden. Geringe Stangenhölzer werden oftmals nur umgebogen, bisweilen allerdings so vollständig, daß sie wie niedergewalzt aussehen und nicht mehr aufzustehen vermögen. Im älteren Holze überwiegt der Bruch, der je nach Lage und Wuchs teils als Wipfel-, teils als Schaftbruch an einzelnen Bäumen oder nester-, gassen- und flächenweise auftritt. Dem Gipfelbruch sind die Nadelhölzer besonders in Samenjahren ausgesetzt. Ältere, 80—100jährige Laubhölzer, namentlich Buchen, sind durch die Last des anhängenden Eises mehrfach aus dem Boden herausgedrückt und geworfen worden; an alten Eichen mit rückgängigen Kronen und dürren Ästen beschränkt sich der Schaden mehr auf Astbruch.

c) Bestandesschluß und Kronenbau.

Im allgemeinen leiden freistehende Bäume und Bestandesränder durch Duft- und Eisanhang mehr als Bäume des Bestandesinneren. Der Grund hierfür liegt in der Ausbildung größerer bzw. einseitig beasteter Kronen. Infolgedessen pflegen Mutterbäume in Naturverjüngungen, Überhälter, Oberständer im Mittelwalde, Alleebäume usw. ihrer Kronen durch Eisanhang oftmals mehr beraubt zu werden als geschlossene Bestände. Lückige oder stark durchforstete Orte sind hier und da stärker beschädigt worden wie undurchforstete, besonders dann, wenn der Eisanhang der starken Durchforstung bald folgte. Von derartigen Fällen abgesehen, gilt auch hier die schon oben beim Schneeschaden erwähnte Beobachtung, daß stufiger Wuchs von Jugend auf, geringe Schaftlänge, regelmäßige Kronenbildung und tief

---

1) Vhdlgn. d. Forstw. v. M. u. Schl. 1911, 154.

herabreichende Beastung, wie sie sich in räumlich erzogenen Beständen finden, mehr schützen als die ungleichmäßige Beastung und Kleinkronigkeit dicht geschlossener Orte.

Die größere Gefährdung der Randbäume wird sowohl durch die Einseitigkeit ihrer Beastung, namentlich aber auch dadurch erklärt, daß bei wagerecht oder schräg angewehtem Eisregen die Hauptmasse des Eises an den Randbäumen sich absetzt. Vom Waldrande aus nimmt der bei windigem Wetter entstandene Eisanhang nach dem Innern der Bestände zu ab oder tritt hier nur als typischer Duft auf. Sobald der Eisregen bei Windstille und infolgedessen senkrecht fällt, beschränkt sich der Eisanhang natürlich nicht nur auf die Außenteile der Bestände, sondern bewirkt auch in deren Inneren Wipfel- und Schaftbruch.

Je reichkroniger der einzelne Baum ist, um so tiefer erfolgt gemeinhin der Bruch. Beherrschte Stämme und eng geschlossene Bestände zeigen vorwiegend Wipfelbruch, herrschende Stämme brechen häufiger in der unteren Stammhälfte. Das gilt wenigstens für Fichte und Tanne. Kiefern und Laubhölzer verhalten sich oft etwas abweichend und lassen die Rückwirkung der Kronenform auf die Art des Bruches weniger deutlich erkennen.

d) Standort.

Im mittleren und nördlichen Deutschland liegt die Eis- und Duftbruchregion im wesentlichen zwischen 500 und 800 m Meereshöhe. Im Westen und Süden Deutschlands sind in neuerer Zeit erhebliche Eisbrüche aber auch in tieferen bzw. in Lagen bis zu 1000 m und sogar noch höher vorgekommen.

In dem berüchtigten Bruchjahre 1858 entstanden die Hauptbeschädigungen im badischen Odenwald in dem Gürtel zwischen 270 und 670 m, im rechten Rhein- und Lahngebiete sogar zwischen 260 und 460 m.

Im Thüringerwalde hingegen war der Bruch über 700 m hinaus bedeutender als bis zu dieser Höhe.

Im Regierungsbezirke Wiesbaden litten 1879 die Lagen zwischen 400 und 550 m Höhe am meisten.

Im badischen Schwarzwalde zeigte sich der Schnee- und Duftbruch 1896 in einem in einer mittleren Höhe von 900 m (750—1100 m) verlaufenden, ziemlich schmalen Flächenstreifen.

In den sowohl 1858 wie neuerdings im Jahre 1905 durch Eisbruch erheblich beschädigten Waldungen der nördlichen Vogesen erwiesen sich die überragenden Höhenlagen von 250—350 m Meereshöhe als die gefährdetsten Lagen.

Von großem Einfluß auf die Schadenhöhe ist die Neigungsrichtung.

Am meisten leiden nach allen in dieser Hinsicht ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen die südöstlichen, östlichen, nordöstlichen und nördlichen Hänge und zwar um so mehr, je steiler sie sind. Der Grund für die besondere Gefährdung der genannten Hänge liegt in der Vorbedingung für das Entstehen von Eisanhang, d. i. im Vorhandensein kalter Luftströmungen in den unteren Luftschichten, in denen die aus der darüberliegenden wärmeren Luftschicht herabfallenden Regentropfen unter den Gefrierpunkt abgekühlt werden. Diese Voraussetzung erfüllt sich zumeist nur beim Herrschen östlicher und nördlicher Winde. Auf den westlichen und südlichen Hängen ist der Schaden geringer oder fehlt ganz; er hört allmählich, oft auch plötzlich auf, wenn sich der Hang aus der gefährdeten östlichen oder südöstlichen Neigungsrichtung in eine andere Richtung dreht. An den vom Winde abgewendeten Hängen beginnt die Bildung von Eisanhang in gleicher Weise wie in den geschütz-

ten Tieflagen von Seitentälern und im Innern von Hochebenen gewöhnlich erst dann, wenn sich der Wind legt und der Regen lotrecht fällt.

Daß steile Hänge gefährdeter sind als weniger geneigte, ist in der hier stärker ausgeprägten Einseitigkeit der Beastung und in dem etwas schrägen Stand der Bäume begründet. Die einseitige Beastung hat notwendigerweise eine einseitige Belastung zur Folge, was wiederum dazu führt, daß die Bäume talabwärts stürzen und oftmals ganze Reihen tiefer stehender, ebenfalls einseitig belasteter Bäume mit zu Boden reißen. Bei dem letzten Eisbruch in den Nordvogesen war an den Osthängen eine außerordentliche Zunahme des Schadens festzustellen, sobald der Neigungswinkel der Hänge 35—45° erreichte.

Von Westen nach Osten streichende Täler sind an beiden Hängen gefährdet, nordsüdliche Talzüge hingegen nur am Osthange.

Feuchtigkeit und Lockerheit des Bodens veranlagen zum Wurfe; daher überwiegt in vertieften Lagen (Mulden, Schluchten usw.) oftmals die Zahl der aus den Wurzeln gebrochenen Stämme. In ähnlicher Weise verhalten sich zuweilen auch die Bestände auf flachgründigen Bergköpfen und Hochebenen.

3. Duft- und Eisbruchstatistik.[1])

Auch Duft- und Eisbrüche sind, wie die Schneeschäden, keine allgemeine alle Waldgebiete in gleicher Weise bedrohende Erscheinung, sondern treten in dem einen Waldgebiete häufiger und intensiver auf als im anderen und kommen in vielen Gegenden überhaupt nicht oder doch nur in so abgeschwächtem Maße vor, daß ihnen hier jede praktische Bedeutung fehlt.

Umfangreiche Schäden ereigneten sich im Harz[2]) in den Jahren bzw. Wintern: 1821 (Februar) — 1824 (Januar) — 1833 (3.—5. Februar) — 1836/37 — 1843/44 — 1850 (Januar) — 1860/61 — 1866 (10. März) — 1868 (Januar und Februar) — 1872 (November) — 1875 (November und Dezember) — 1884/85 (Dezember und Januar) — 1897 (7.—11. Februar) — 1898 (20. Oktober) — 1901 (20. und 21. März).

Im Thüringerwalde sind die durch ihre Schneebruchschäden berüchtigten Winter 1872/73, 1875/76, 1884/85, 1886/87, 1894/95, 1900/01, 1910/11 zugleich verhängnisvolle Duft- und Eisbruchjahre gewesen. Nach brieflicher Mitteilung des Oberforstmeisters Frhr. v. Ketelhodt (Rudolstadt) an Heß brachen in dem 14618 ha großen Waldgebiete des Fürstentums Schwarzburg-Rudolstadt in den 30 Jahren 1868/98 169902 fm durch Wind, 63642 fm durch Schnee und Eis und 18273 fm durch Wind und Schnee zusammen. Auf 1 ha entfallen somit in den 30 Jahren 17,2 fm.

In den Waldungen Oberfrankens, der Wetterau, im Taunus, Lahn-, Edergebirge, Westerwald und Vogelsberg ist namentlich 1838 (19./23. November)[3]) als Eisbruchjahr verzeichnet.

In ganz außergewöhnlichem Maße wurden die Waldungen Süd- und Westdeutschlands (Spessart, Odenwald, bayrische Rheinpfalz, untere Vogesen usw.) im November 1858 von Eisbruchschäden betroffen.[4]) In der Spessarter Landschaft wurde der Gesamtbruchholz-

---

1) Wir verweisen auch auf die S. 407 f. verzeichneten Literaturangaben, da sich diese vielfach nicht ausschließlich auf Schneeschäden, sondern auch auf Schäden durch Eis- und Duftanhang beziehen. — 2) Allg. F. u. J.-Ztg. 1844, 147, 225, 305. — Burckhardt: Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1862, 213. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1841, 412; 1842, 36. — Braun, E.: das. 1843, 281. — 4) Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1859, 71, 87, 90, 180; 1860, 200. — Lindemann: das. 1859, 183. — Allg. F. u. J.-Ztg. 1859, 72, 241. — Snell: das. 1859, 353. — Metz: das. 1859, 398. — Schadt: Thar. Jhrb. 1861, 80. — Grunert: Forstl. Bl. 7. Hft. 1864, 153; 9. Hft. 1865, 160; 11. Hft. 1866, 26. — Bonhausen: Allg. F. u. J.-Ztg. 1864, 285; 1865, 211. — Das. 1865, 178.

anfall auf mindestens 78000 fm veranschlagt. In den Schwarzburg-Sondershausener, zum Thüringerwald gehörigen Forsten brachen nur etwa 1800 fm, im Forstamt Dürkheim (Pfalz) hingegen etwa 300000 fm. In den Staatswaldungen der Pfalz mag die gesamte Bruchmasse 313000 fm betragen haben, in den Gemeindewaldungen halb soviel. Im östlichen Teile des hessischen Odenwaldes wurde das anfallende Material auf 54700 fm geschätzt. Im Fürstentum Birkenfeld stellte sich der Anfall auf 2840 ha Waldfläche auf 27153 fm = 9,5 fm auf 1 ha.

Weitere Duft- und Eisbrüche ereigneten sich in den süd- bzw. westdeutschen Waldungen 1879 (24. Januar): Reg.-Bez. Trier.[1]) — 1886 (20.—22. Dezember)[2]): Baden, Württemberg usw. — 1888 (6.—8. Oktober): Mittelrhein, insbesondere Taunus. — 1896 (Dezember): badischer Schwarzwald. — 1898 (18.—21. Januar): bei Gießen. — 1905 (19.—20. November): in den unteren Vogesen vom Zorntal rheinabwärts bis über das bei Landau in der Pfalz ausmündende Queichtal. Hierdurch wurden namentlich die elsaß-lothringischen Oberförstereien Zabern, Buchsweiler, Ingweiler, Lützelstein-Nord und -Süd, Pfalzburg, Lemberg, Bitsch-Süd und Weißenburg, sowie die bayrischen Forstämter Bergzabern, Erlenbrunn, Annweiler, Albersweiler und Eußerstal betroffen. Der Eisanhang trat am stärksten auf in den dem Rheintal zugewendeten Südost- und Osthängen und in den nach dem Rheintal offenen, dem Südost- und Ostwind ausgesetzten Hängen, selten an Nordosthängen. In der Oberförsterei Buchsweiler betrug der Schaden 7000 fm, in den Oberförstereien Zabern, Lützelstein-Nord und -Süd und Ingweiler 23000 fm, im ganzen Kreise Zabern auf einer Waldfläche von etwa 2000 ha rund 40000 fm.[3])

Nordostdeutschland wurde am 20. Oktober 1898 von einem räumlich sehr ausgedehnten, in seinen Wirkungen aber nicht bedeutungsvollen Eisbruch betroffen.

Große Schäden verursachten Eisbrüche im Winter 1903/4 in einzelnen niederen Lagen des Erzgebirges. Durch einen in der Nacht vom 12. zum 13. Januar 1904 bei Eintritt von Tauwetter wehenden starken Südwind wurden Tausende der vereisten Stämme zum Brechen oder Auswurzeln gebracht. Im Schmiedeberger Revier betrug die Bruchmasse allein 70000 fm. — Im Dezember 1910 brachen auf sächsischer und böhmischer Seite des Erzgebirges rund 6000 fm infolge Rauhfrost.[4])

In Österreich fanden in verschiedenen Waldungen im Winter 1874/75 (November und Dezember) bedeutende Eisbrüche statt.[5]) — Weiter wurden im Winter 1903/4 im nordwestlichen Böhmen die Bestände der Höhenlagen 500—900 m stark von Duft befallen. Auf den der herrschenden Windrichtung zugekehrten Südost-, Ost- und Nordostseiten legten sich 15—20 cm dicke Eisschichten an die Bäume. Die Schäden betrafen namentlich die Forsten des nördlichen Böhmerwaldes, des Tepler Gebirges, des Kaiserwaldes und des westlichen Erzgebirges.[6]) — Im westlichen Mähren (Domäne Teltsch) ereignete sich im Dezember 1910 ein außergewöhnlicher Eisbruch und zwar zumeist in den über 600 m hohen Lagen. Der Schaden setzte von Südost ein, erstreckte sich aber bis tief in die Bestände.[7])

In Frankreich ereignete sich ein sehr umfangreicher Eisbruch am 22./24. Januar 1879 in dem 17000 ha großen Forst von Fontainebleau und in den übrigen Staatswaldungen in der Nähe von Paris. In einzelnen Laubholzbeständen brachen bis 50% aller Stämme, in sorgfältig durchforsteten Kiefernbeständen sogar bis 70%. Die allein in den Staatsforsten ausfallende Bruchmasse wurde damals auf 245000 fm geschätzt.

4. Vorbeugungsmaßregeln.

Die wenigen Hilfsmittel, die dem Forstmanne zu Gebote stehen, um Eisbrüche zu verhindern oder sie doch wenigstens auf ein möglichst unschädliches Maß zu be-

1) Ilse: Forstl. Bl. N. F. 1879, 346. — 2) Verhdlgn. d. Badischen Forstvereins. 35. Vers. 1889. Karlsruhe 1890, 8. — 3) Rey: Ztschr. f. F. u. Jw. 1906, 150. — Bargmann: Forstw. Zbl. 1906, 198. — Forstverkehrsblatt 1906, Nr. 2, 3 und 5. — Kleinschmidt: Allg. F. u. J.-Ztg. 1906, 189. — Österr. Vierteljschr. 1906, 89. — 4) D. Forst-Ztg. 1911, 52. — 5) Zbl. f. d. ges. Fw. 1875, 114, 273. — 6) Wegscheider: Österr. F. u. J.-Ztg. 1904, 19, 37, 42. — N. Forstl. Bl. 1904, 19. — 7) Hévin de Navarre: Vhdlgn. d. Forstw. v. M. u. Schl. 1911, 154.

schränken, decken sich im wesentlichen mit den waldbaulichen Maßnahmen gegen Schneeschaden. Es handelt sich um:

1. Begründung der Bestände in Duft- und Eisbruchlagen am besten durch Einzelpflanzung im weiteren Verbande. Vom Anbau der gefährdeten Kiefer ist entweder ganz abzusehen, oder es sind ihr bruchfestere Holzarten beizumischen.

2. Sachgemäße, auf Erziehung selbständiger Individuen gerichtete Pflege der Bestände durch frühzeitig beginnende und je nach Bedarf wiederholte Durchforstungen.

3. Anzucht und Erhaltung eines von tiefbeasteten Randbäumen gebildeten Waldmantels an den gefährdeten südöstlichen, östlichen und nordöstlichen Bestandsrändern.

Über Behandlung und Pflege des Waldmantels vgl. das oben S. 328f. Gesagte.

4. Wahl der richtigen Hiebsrichtung bei schlagweiser Wirtschaft.

Da es wohl kaum Örtlichkeiten geben wird, in denen die Sturmgefahr kleiner ist als die Duft- und Eisbruchgefahr, ist naturgemäß die erstere für die Richtung der Hiebsführung ausschlaggebend. Soweit nicht die Geländeausformung eine andere Richtung bedingt, wird im großen ganzen der Abtrieb der Bestände von Nordosten nach Südwesten als Vorbeugungsmaßregel gegen Eisschäden ebenso wertvoll sein wie als Schutzmittel gegen Sturmverheerungen. Die bei einseitiger Berücksichtigung der Eisbruchgefahr zunächst in Frage kommende Hiebsführung von Süden nach Norden kann nur dort in Erwägung gezogen werden, wo die Hauptsturmrichtung nicht die südwestliche oder gar südliche ist.

5. Vermeidung des Überhaltes einzelner Stämme.

5. Behandlung der beschädigten Bestände.

In dieser Beziehung gelten die bei der Behandlung von **Schneebruch**beständen (S. 411f.) zu beachtenden Gesichtspunkte.

Viertes Kapitel.

Hagel.[1])

1. Schaden.

A. Im allgemeinen.

Der Hagel zerschlägt junge Pflanzen ganz und beschädigt Kulturen, Dickungen, Stangen- und Baumhölzer durch Abschlagen von Blättern, Blüten, Früchten, Trieben, Zweigen, Ästen und Gipfeln, sowie durch Verletzung der Rinde. Letztere löst sich an der Hagelseite in kleinen Plätzen oder schmalen, kurzen Streifen ab, wodurch der Holzkörper stellenweise bloßgelegt wird. Die betreffenden Wundstellen bleiben oft lange kenntlich und werden bisweilen um so fühlbarer, weil sich die Störung im Gewebe nicht bloß auf die vom Hagelkorn getroffene Stelle, sondern oft auch seitlich in Form einer Auflockerung der Rinde fortsetzt. Auch Vögel und Wild (Hasen, sogar Rehe) werden durch starke Hagelwetter getötet. Je umfangreicher die Hagelkörner sind, desto größer ist selbstverständlich der Schaden.

Die **direkten Folgen** der Hagelbeschädigungen bestehen in: Absterben von

---

1) Riniker, Hans: Die Hagelschläge und ihre Abhängigkeit von Oberfläche und Bewaldung des Bodens im Kanton Aargau, nach Beobachtungen des Forstpersonals und amtlichen Quellen bearbeitet. Berlin, 1881. — Mitteilungen des bernischen statistischen Bureaus, Jahrgang 1885, Lieferung III. Bern, 1886. II. Die Hagelschläge im Kanton Bern seit 1878. Mit 2 Übersichtskarten.

Trieben, insbesondere Höhentrieben, Holzzuwachsverlust, Kränkeln der Stämme, unter Umständen Krüppelwuchs, Gipfeldürre, Beeinträchtigung der Samenerzeugung und sogar gänzlichem Absterben junger und älterer Pflanzen. Stark verhagelte Bestände können derartig beschädigt sein, daß sie vorzeitig abgetrieben werden müssen. Da sich die Schäden nicht nur auf die Rinde erstrecken[1]), wird auch die Qualität des Holzes durch starke Hagelwetter gemindert; das Holz wird brüchig und spröde und infolgedessen zu Flecht- und Bindezwecken (Weide, Birke) untauglich.

Als indirekte Nachteile kommen Käferfraß und erleichterte Pilzinfektion (durch Nectria-Arten usw.) hinzu.

Endlich kann durch massenhaft abgeschlagene Äste und Zweige auch die Feuergefährlichkeit im Walde (Bodenfeuer) gesteigert werden.

B. Nach bedingenden Momenten.

Soweit die Holzart in Betracht kommt, leiden die Nadelhölzer am meisten, namentlich Kiefer, Schwarzkiefer und Weymouthskiefer, etwas weniger Fichte, noch weniger Tanne und am wenigsten Lärche. Fichte und Tanne sind durch dichtere Benadelung geschützt, während die Lärche Rindenwunden gut auszuheilen und die zerschlagenen Triebe meist wieder zu ersetzen vermag.

Unter den vom Ausland eingeführten Nadelhölzern litt nach Erfahrungen bei einem in der Nähe von Tübingen[2]) im Frühjahr 1901 niedergehenden Hagelwetter in erster Linie die Sitkafichte. Viele ihrer 20—30 cm langen Triebe wurden abgeschlagen; die stehen gebliebenen wurden an der Westseite ihrer Nadeln beraubt und haben sich bei der Weiterentwickelung gekrümmt. Douglasie, jap. Lärche, Lawsonszypresse und Riesenlebensbaum überstanden das Hagelwetter ohne größere Beschädigungen.

Unter den Laubhölzern sind, namentlich im jugendlichen Alter, Eichen, Erlen und Robinie stark gefährdet, weniger die Buche. Auch die Birke ist ihrer elastischen Zweige und lederartigen Rinde wegen ziemlich widerstandsfähig gegen Hagelschäden.

Die gefährlichste Altersperiode ist die früheste Jugend. Keimlinge werden durch Hagelwetter nicht selten ganz vernichtet. Saaten, insbesondere Riefensaaten, leiden mehr als Pflanzungen. Das 6—15jährige Bestandsalter ist mehr gefährdet als das 15—30jährige; darüber hinaus erfolgt ein erheblicher Schaden nur selten.

Je später im Frühjahre der Hagel sich einstellt, desto nachteiliger sind im allgemeinen seine Folgen.

Was die Betriebsarten anbetrifft, so sind Eichenschälwaldungen und Weidenheger am meisten bedroht. Verhagelte Eichenloden lassen sich nur schwer schälen und Weidenruten brechen an den beschädigten Stellen leicht ab. Auch Mittelwaldungen werden durch Hagel oft stark mitgenommen. Im Hochwalde leiden lückige Bestände mehr als geschlossene. Besonders gefährdet sind freistehende Bäume und Bestandsränder an der Wetterseite.

West-, Südwest- und auch Nordwesthänge zeigen in der Regel stärkere Schäden, weil der Hagel gewöhnlich bei West- oder Südwestwind fällt. Mit zunehmender Stärke des Windes wächst der Anprall der Eiskörner und mithin der Schaden.

---

1) Voges, Ernst: Zbt. f. Bakteriologie, Parasitenkde. u. Infektionskrankh. 36. Bd. 1913. 532. — 2) Lorey: Allg. F. u. J.-Ztg. 1901, 340.

2. Hagelstatistik.

Die Hagelwetter sind im allgemeinen nicht häufig; sie ereignen sich nur im Sommer und gewöhnlich am Tage.

In Deutschland finden jährlich i. D. etwa 5 bedeutendere Hagelwetter statt, an der westlichen Küste von Europa hingegen ungefähr 15. Die Erscheinung ist mehr eine lokale und beschränkt sich überdies gewöhnlich auf einen schmalen Strich. Die Statistik kann daher nur nach Örtlichkeiten aufgestellt werden.

Besonders heftige Hagelwetter ereigneten sich z. B. bei Gießen in den Jahren: 1856 (19. September), 1857 (16. Juli), 1868 (17. Juni), 1886 (1. Juni), 1891 (2. August), 1898 (3. Juni), 1900 (20. Juni).

Im Schildwalde (Kurhessen)[1]) ging am 1. September 1856 ein schweres Hagelwetter nieder, durch das etwa 300 ha Kiefernbestände und 200 ha Mittelwälder mehr oder weniger verwüstet wurden.

In bezug auf die Hagelwetter der neueren Zeit wird auf die frühere Aufzählung der Gewitterstürme (S. 320) verwiesen, weil diese nicht selten von Hagelwettern begleitet waren, so z. B. der Orkan vom 28./29. Juli 1895 (Saarlouis), vom 30. Juni 1897 (Reichsland) usw.

Zu den Ländern, die ganz besonders von Hagelschäden heimgesucht werden, gehört Württemberg. Es vergeht hier fast kein Jahr, in welchem nicht Tausende von Hektaren fruchtbaren Geländes (Feld und Wald) durch Hagelschlag beschädigt werden. Man hat daher für dieses Land eine sehr genaue, bis auf das Jahr 1828 zurückreichende Hagelstatistik aufgestellt.[2])

Die Hauptresultate dieser Statistik lassen sich etwa, wie folgt, kurz zusammenfassen.

Was die Lage anlangt, so treffen die meisten Hagelwetter solche Gemeinden, deren Felder an Berghängen mit südwestlicher, westlicher und nordwestlicher Exposition gelegen sind. Östliche, südöstliche und nordöstliche Hänge leiden viel weniger.

Die Richtung der Hagelwetter stimmt mit der Hauptwindrichtung überein, d. h. die Hagelwetter kommen meist aus S.S.W., W. und W.S.W. Sie folgen namentlich dem Laufe größerer Flußtäler, wenn diese annähernd eine nordöstliche Richtung einhalten, verlassen die Täler aber sofort, wenn diese eine andere Richtung annehmen. Höhenzüge üben keinen Einfluß auf die Richtung des Wetters.

Ein nachweisbarer Einfluß bzw. Zusammenhang gewisser Holzarten oder Betriebsarten auf die Häufigkeit oder Schädlichkeit der Hagelschläge hat sich nicht herausgestellt.

Auch aus Bayern[3]) liegen neuerdings genauere Aufzeichnungen über Hagelfälle vor. — Ein besonders schweres Hagelwetter überzog am 8. Juli 1900 den mittleren Teil des Reg.-Bez. Oberbayern von SW. nach NO. Im Forstamt Wasserburg mußten infolge davon 83 ha mit 50—120jähr. Holze bestockte Fichten- und Kiefernbestände abgetrieben und 45 ha geplentert werden. Der Holzausfall stellte sich auf 45000 fm.

Aus dem Reichslande[4]) werden gleichfalls großartige Hagel- und Sturmschäden aus neuerer Zeit gemeldet.

Die Schweiz und Österreich haben ebenso viele schwere Hagelwetter mit Gewitterstürmen aufzuweisen.

Als Beispiele sollen genannt werden:

---

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1864, 200. — 2) Bühler, Anton: Die Hagelbeschädigungen in Württemberg während der 60 Jahre 1828—1887. S. A. a. „Württembg. Jahrb. f. Statistik u. Landeskde." Jahrg. 1888. — Heck, K. R.: Die Hagelstatistik Württembergs, nach amtl. Quellen bearb. Stuttgart 1889. — Ders.: Die Hagelverhältnisse Württembergs in dem Zeitraum von 1828—1890 mit bes. Berücksichtigung der Bewaldung des Landes. Stuttgart 1894. — Ders.: Beiträge zur Lösung der Hagelversicherungsfrage in Württemberg. Stuttgart 1895. — 3) Ebermayer, E.: Beobachtungen über Blitzschläge und Hagelfälle in den Staatswaldungen Bayerns. Jahrgänge 1887—1890. Augsburg 1891. — 4) Kahl: Ztschr. f. F. u. Jw. 1897, 708. — N.: Forstw. Zbl. 1898, 42. — Rebmann: Allg. F. u. J.-Ztg. 1898, 14.

1. Das Hochgewitter (mit Hagel) im Rhein- und Thurtale (Schweiz) am 21. Juli 1881.[1])

2. Der Hagelschlag im Erzherzog Albrechtschen Revier Chybi (Österreichisch-Schlesien) am 2. August 1888[2]).

Durch die Katastrophe wurden 767 ha Wald (durch 3 nebeneinander liegende Wetterströme) mehr oder minder stark mitgenommen. Von dieser Fläche mußten 278 ha Stangen-, Mittel- und Althölzer mit rund 96400 fm Holzmasse zum Abtriebe gelangen. 201 ha entfielen auf ganz oder teilweise vernichtete Schonungen und Kulturen. In den übrigen 288 ha befinden sich die zurzeit des Hagelschlages vorhandenen Kahlschläge und die schwächer beschädigten Bestände.

3. Ein furchtbares Hagelwetter ging am 7. Juni 1894 über Wien und einen großen Teil des Wienerwaldes nieder.[3]) Die auf Versuchsflächen der Abteilg. Rabenstein des Forstwirtschaftsbezirkes Purkersdorf an Buche, Birke, Kiefer und Lärche erzeugten Beschädigungen waren 1904, also nach 10 Jahren, noch deutlich wahrnehmbar. Neben den Höhentrieben des Jahres 1894 sind auch ältere drei-, vier- und selbst mehrjährige Höhentriebe abgestorben.

4. Eine gleich schwere Hagelkatastrophe ereignete sich am 19. Juli 1903 in Böhmen (Herrschaft Worlik).[4]) Auf einer Waldfläche von etwa 10000 Joch litten insbesondere die Kiefernbestände. Die Baumkronen verloren i. D. 4,5 bis 8,6, in einem Falle sogar 16,2 kg Astmasse, sodaß eine bedenkliche Lichtung des Schlusses eintrat.

3. Vorbeugungsmaßregeln.

Gegen Hagelbeschädigungen stehen andere Schutzmaßregeln als die auf Anzucht widerstandsfähiger Bestände gerichteten waldbaulichen Maßnahmen nicht zu Gebote. In hagelgefährdeten Gegenden würde lediglich die Einmischung von Laubhölzern in die Kiefern- und Fichtenbestände in Frage kommen, damit nach dem Eintritt einer Katastrophe noch genügendes Material zur Bildung leidlich geschlossener Bestände vorhanden ist.

Die Rekrutierung beschädigter Verjüngungen und Kulturen geschieht am besten durch Pflanzung. Junge Laubhölzer, welche durch Hagel stark beschädigt sind, sind auf den Stock zu setzen.

Stark beschädigte Kiefern- und Fichtenbestände sind größtenteils verloren und werden, um etwaiger Insektengefahr vorzubeugen, am besten rasch eingeschlagen. Mit dem Abtriebe der Tannen und Lärchen hingegen braucht man sich nicht zu beeilen, weil diese den Schaden häufig ausheilen.

Von der Ansicht ausgehend, daß der Wald als solcher einen mindernden Einfluß auf die Hagelbildung und auf die Häufigkeit der Hagelwetter ausübe, sind von manchen Seiten, insbesondere von Hans Riniker[5]), Erhaltung der Bewaldung auf den Höhen, sorgfältige Wiederaufforstung aller Blößen, Vermeidung der Anlage und Aneinanderreihung großer Kahlschläge in von Hagelwettern häufiger bedrohten Lagen und Einführung einer plenterweisen Bewirtschaftung der Bestände als beachtenswerte Schutzmaßregeln gegen Hagelkatastrophen — namentlich im Interesse der mehrgefährdeten Landwirtschaft — hingestellt worden. Die schon oben angeführten

---

1) Landolt: Bericht üb. d. Hochgewitter am Rhein u. an der Thur am 21. Juli 1881. Zürich 1881. — Ders.: Schweiz. Ztschr. f. Fw. 1881, 205, 1882, 11. — 2) Böhmerle, K.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1888, 581. — Das. 1893, 289. — 3) Das. 1904, 238. — 4) Das. 1903, 445; 1904, 238. — Österr. F. u. J.-Ztg. 1904, 329. — N. forstl. Bl. 1903, 364. — 5) Siehe Anmerkung 1, S. 432. — Vgl. ferner: Daube, W.: Forstl. Bl. N. F. 1882, 225. — Heß, R.: Meteorolog. Ztschr. 1891, 403; Zbl. f. d. ges. Fw. 1892, 226.

statistischen Aufzeichnungen über die Hagelbeschädigungen in Württemberg und Bayern, wie auch andere Beobachtungen weisen jedoch den eben erwähnten Einfluß des Waldes nicht oder wenigstens nicht in der Weise nach, daß die verschiedenen Fälle, die als Beispiele für den heilsamen Einfluß des Waldes angeführt werden, als positive Beweise hierfür aufgefaßt werden müssen. Es ist vielmehr zu vermuten, daß die scheinbar günstige Einwirkung des mit Wald bestockten Geländes mindestens ebenso sehr der Geländeausformung, namentlich der Richtung und Höhe der Gebirgszüge, zuzuschreiben ist wie der Waldbestockung. Der Annahme, daß durch Entwaldung der Hagelbildung Vorschub geleistet und die Schwere der Hagelwetter gesteigert wird, fehlt zunächst noch die hinreichende Begründung.

Die ersten Beobachtungen über die Beziehungen zwischen Waldungen und Hagelfällen stammen aus der Schweiz. In den 1860er Jahren gelangte man hier zu der Überzeugung, daß in waldreichen Gegenden Hagelschläge entweder gar nicht oder doch nur in sehr abgeschwächtem Maße vorkämen, während sie sich nach umfangreichen Entwaldungen sofort in erheblichem Maße einstellten. Nach Riniker steht z. B. im südlichen Teile des Kantons Aargau die Häufigkeit der Hagelschläge im umgekehrten Verhältnisse zur Bewaldung. Er belegt dies durch den Hinweis auf die nachstehenden Zahlen:

Kreis Zofingen	mit	40 %	Wald hat im Mittel	2	Hagelwetter.
„ Lenzburg	„	32 %	„ „ „ „	6	
„ Muri	„	19 %	„ „ „ „	10	

Auch im nördlichen Teile des genannten Kantons sollen sich die Hagelwetter ausschließlich in schlecht bewaldeten Zonen bewegen, während die Ortschaften zwischen gut bewaldeten Höhen fast hagelfrei bleiben.

Die von Forstmeister Rörig[1]) in Deutschland angestellten Erhebungen bestätigen anscheinend die Schweizer Erfahrungen. Zwischen Marburg und Gießen waren die Höhen und Einsenkungen östlich der Lahn von jeher dicht bewaldet; von Hagelschlägen hatte diese Gegend nicht viel zu leiden. Dies änderte sich aber, als in der Gemeinde Hattenhausen ein 700 m langer und 200 m breiter Waldgürtel urbar gemacht und die nördlich und südlich des Waldes gelegenen Felder durch diesen holzleeren Streifen miteinander verbunden wurden. Die meist von Süden kommenden Gewitter- bzw. Hagelwolken nahmen nun regelmäßig ihren Weg über diesen Streifen und richteten hier die ärgsten Verwüstungen an.

Bei dem schweren Hagelwetter, welches am 2. Aug. 1891 einen großen Teil Südwestdeutschlands (Elsaß, oberrheinische Tiefebene, Wetterau, Hessen-Kassel, südl. Hannover) betraf, litten gleichfalls die in der Nähe größerer Waldungen bzw. in deren Mitte befindlichen Äcker usw. viel weniger als die ihnen ferner liegenden Kulturflächen.

Auch die bis 1828 zurückreichende württembergische Hagelstatistik soll Belege für die unverkennbare Einwirkung mancher Waldungen, z. B. des ziemlich eben gelegenen Schönbuchwaldes, ferner des Rammert, eines großen Waldes im Oberamte Rottenburg, auf die Hagelbildung bieten. Die gleiche Beobachtung wird aus der Gegend zwischen Ulm und Heilbronn berichtet.[2])

Eine Verallgemeinerung der aus diesen und anderen Einzelbeobachtungen gezogenen Schlüsse ist jedoch nicht tunlich, weil der bereits erwähnte Einfluß der Geländeausformung, insbesondere der Höhenlage von dem möglichen Einflusse des Waldes nicht getrennt und auch kaum trennbar ist. Es kommt hinzu, daß man anderen Ortes (z. B. in Böhmen) einen Einfluß des Waldes auf die Zahl und Intensität der Hagelwetter nicht festzustellen vermochte. Gerade die letzten Jahrzehnte haben Beispiele für ganz bedeutende Hagelschäden in Wäldern, und zwar nicht nur in Kulturen und Dickungen, sondern auch in Baumhölzern gebracht.

Als direkte Schutzmaßregel gegen Hagelschäden sei noch das zuerst in Steiermark versuchte, später in Italien, Frankreich und Niederösterreich mehr oder weniger planmäßig durchgeführte Wetter- oder Hagelschießen[3]) erwähnt, obgleich sich ein praktischer Wert

1) Naturw. Wochenschrift. N. F. 1. Bd. 1902, 572. — 2) Zbl. f. d. ges. Fw. 1900, 283. — 3) Hintermann: Üb. Wetterschießen in Niederösterreich i. d. Jahren 1900—02.

dieses Verfahrens nicht ergeben hat.[1]) Das Wetterschießen verfolgt den Zweck, durch Kanonen- bzw. Mörserschüsse oder Hochschleudern von Raketen Erschütterungen der Luftschichten und dadurch Mengung derselben und Temperaturausgleichungen herbeizuführen. Es geht von der Theorie aus, daß der Hagel in überkälteten Nebelschichten entsteht, die ihrerseits wieder dadurch hervorgerufen worden sind, daß gesättigte, tiefgehende Wolken infolge Wärmeausstrahlung des Erdbodens sehr stark verdampfen. Die über der stark verdunstenden Wolkenschicht liegende Luftschicht wird hierbei unter Umständen bis unter 0° abgekühlt und liefert unter der Einwirkung irgend eines Anstoßes infolge plötzlichen Gefrierens den Hagel.

Anhang.

Blitzschaden.

Wenn auch Maßregeln gegen Gefährdungen der Waldsubstanz durch Blitzschläge nicht zur Verfügung stehen, so sind doch das Einschlagen des Blitzes in Bäume und die in vielen Fällen damit verbundenen mehr oder minder großen Beschädigungen des getroffenen Baumes so häufige und auffällige Erscheinungen, daß eine Betrachtung der mit dem Blitzschaden zusammenhängenden, in der neueren Literatur[2]) viel erörterten Fragen hier nicht vernachlässigt werden soll.

1. Art der Beschädigung.

Die äußerlich wahrnehmbaren Wirkungen des Blitzstrahles auf den Baum sind höchst mannigfaltige. Der Blitz wirkt reißend, entrindend, spaltend, zersplitternd oder brechend. Schwächere Blitzstrahlen verlaufen in der lebenden Rinde oder in der wasserreichen Cambialschicht. Stärkere Blitzschläge hingegen verbreiten sich auch im Splintholz oder im ganzen Holzkörper.

Die gewöhnlichste Wirkung des Blitzes besteht in der Erzeugung eines mehr oder weniger breiten und tiefen Risses (Blitzrinne, Schmetterstreifen), welcher, meist unterhalb der Baumspitze beginnend und mitunter aussetzend, gerade oder gewunden am Stamme herabläuft, an dessen Ende er sich gewöhnlich etwas verbreitert. Hierbei wird die Rinde in der Regel nur in einem schmalen Längsstreifen,

---

Limberg i. Niederösterreich 1902. — v. Jablanczy: Das Hagelschießen in Niederösterreich 1900—01. Wien 1902. — Stiger: Sechs Jahre Wetterschießen. Graz 1902. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1900, 90.

1) Pernter: Das Ende des Wetterschießens. Meteorolog. Ztschr. 1907, 97.

2) Zur Literatur: Cohn: Über die Einwirkungen des Blitzes auf Bäume (Denkschr. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur 1853, 267). — Klein: Das Gewitter und die dasselbe begleitenden Erscheinungen usw. Graz 1871. — Colladon: Mémoire sur les effets de la foudre sur les arbres etc. (Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome XXI, 2. partie). — Hartig, R.: Untersuchungen über Blitzschläge in Waldbäumen. Forstl.-naturw. Ztschr. 1897, 97, 145 und 193. — Ders.: Neue Beobachtungen üb. Blitzbeschädigungen der Bäume. Zbl. f. d. ges. Fw. 1899, 360, 523. — Jonesco: Üb. d. Ursachen d. Blitzschläge in Bäume. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturkde. i. Württemberg 1892, 33; Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. 1894, 129. — v. Tubeuf: Die Gipfeldürre der Fichten und Üb. den anatomisch-pathologischen Befund bei gipfeldürren Nadelhölzern. Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1903, 1, 279, 309, 367, 413, 417; 1904, 47, 490. — Ders.: Regenfall u. Blitzgefahr. Das. 1913, 503. — Wolff, Fr.: Üb. die elektrische Leitfähigkeit der Bäume, nebst Beiträgen zur Frage nach den Ursachen der Blitzschläge der Bäume usw. das. 1907, 425. — Stahl, E.: Die Blitzgefährdung der verschiedenen Baumarten. Jena 1912.

ab und zu auch in einem breiteren Bande oder in größeren Stücken, die inselartig mitten im lebenden Gewebe auftreten, vereinzelt sogar am ganzen Schafte abgeschält. In anderen Fällen werden Stücke vom kleinsten Splitter bis zu mehreren Metern Länge aus dem Holze herausgerissen und oft weit fortgeschleudert, oder der ganze Baumschaft wird von oben bis unten gespalten.[1]) Als außergewöhnliche Blitzbeschädigung möge der Fall erwähnt sein, daß der Blitz eine horizontal verlaufende „Blitzröhre" bis zum Kerne des Baumes verursacht und dann in diesem senkrecht bis zum Wurzelstocke herunterfährt.

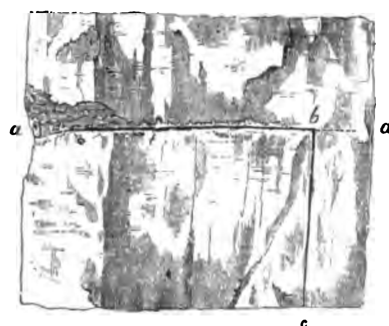


Abb. 133. Blitzeinschlag in eine Buche. Die Blitzröhre *ab* setzt sich vom Kern (*b*) aus rechtwinkelig in der Richtung *bc* nach dem Fußpunkte des Stammes fort.

Diese interessante und schwer zu erklärende Erscheinung, welche den Eindruck macht, als wenn ein Kugelschuß auf den betreffenden Stamm abgefeuert worden wäre, findet sich Abb. 133 [2]) abgebildet. Die betreffende etwa 100jährige Buche, ein Überhälter von 98 cm Durchmesser am Stockabschnitt und 22 m Höhe, stand an einem ziemlich steilen Nordhang im Büdinger Stadtwald (Oberhessen). Der Blitzschlag war am 11. Juli 1886 mittags erfolgt. Getroffen wurde die Südostseite; auf der unbeschädigten Nordwestseite fiel aber die Rinde gerade so leicht ab als auf der beschädigten Südostseite.

Die unmittelbare Umgebung der fast 4 m über dem Boden befindlichen Blitzröhre *ab* war auf einige Zentimeter auf- und abwärts so zermürbt bzw. zersplittert, als wenn eine Sprengung mit Dynamit stattgefunden hätte. Von dem rotbraunen, trockenen Kern (*b*) aus war der Blitzstrahl abwärts gefahren; jedoch zeigte sich in der Verlängerung des Einschlages nach der entgegengesetzten Richtung (*d*) hin noch eine kurze, dunkelgefärbte Linie (*bd*).

Endlich hat man auch beobachtet, daß selbst dicke Stämme unterhalb der Krone in größerer oder geringerer Höhe über dem Boden durch den Blitz abgeschlagen werden. Der verbleibende Stumpf wird dann durch den in den Boden fahrenden Strahl bisweilen vollständig zersplittert, während das abgeschlagene Gipfelstück keine Spur einer Blitzbeschädigung aufzuweisen braucht.[3])

Beispiele für noch andere, mehr oder weniger auffällige und merkwürdige Verletzungen und Zertrümmerungen von Bäumen durch Blitzschläge sind in der forstlichen Literatur in großer Menge niedergelegt. Sie lassen erkennen, daß die Wirkungen des Blitzes, soweit sie in sichtbaren Beschädigungen des getroffenen Baumes in Erscheinung treten, keineswegs einheitliche und irgendwelchen Gesetzmäßigkeiten scheinbar nicht unterworfen sind. Infolgedessen ist die Erklärung nicht leicht und das Problem der Ausgleichung der zwischen Gewitterwolken und Erde bestehenden elektrischen Spannungen durch Bäume hindurch ist, wie Stahl (a. a. O. 10) mit Recht hervorhebt, noch sehr verwickelt.

Neben den vorstehend geschilderten gröberen mechanischen Verletzungen sind nach den eingehenden Untersuchungen R. Hartigs an vom Blitz heimgesuchten Bäu-

1) Allg. F. u. J.-Ztg. 1873, 460. — Bonhausen: das. 1879, 300. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1905, 40. — Brick: das. 1904, 498. — 2) Das lehrreiche Objekt ist ein Geschenk des Forstmeisters Leo (Büdingen) an Heß. Die gleiche eigentümliche Beschädigung wird auch von Wentzel: Ztschr. f. F. u. Jw. 1882, 585 beschrieben. — 3) Fuldner: Allg. F. u. J.-Ztg. 1879, 375. — Paßler: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 344.

men vielfach nur innere, äußerlich nicht wahrnehmbare Beschädigungen Folge des Blitzschlages. Sie treten als verschieden gestaltete abgestorbene Gewebekomplexe im Rindengewebe auf. Der Umstand, daß sie erst bei genauerer anatomischer Untersuchung erkennbar sind, erschwert naturgemäß ihre Feststellung und weist auf das Unzulängliche der bisherigen Blitzstatistik hin. Immerhin wird sich diese aus dem gleichen Grunde auch in Zukunft im wesentlichen mit denjenigen Blitzschlägen befassen, durch welche die getroffenen Bäume in irgendeiner Weise gekennzeichnet, d. h. sichtbar beschädigt werden.

Die bis zur völligen Zersplitterung des getroffenen Baumes sich steigernden Beschädigungen werden von Cohn auf starke Dampfbildung zurückgeführt. Die Dampfbildung sei Folge plötzlicher Überhitzung der vom Blitz getroffenen Gewebe. Durch augenblickliches Verdampfen des in diesen enthaltenen Wassers werde die zum explosiven Fortschleudern von Rinden- und Holzteilen führende Dampfspannung hervorgerufen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß auch noch andere Faktoren, in erster Linie die Intensität des Blitzstrahles, ferner die mehr oder minder große Widerstandsfähigkeit des Holzkörpers gegen mechanische Zerstörung, insbesondere die Spaltbarkeit, die Größe und Schwere der Blitzbeschädigung mitbestimmen. Je größer die Hemmnisse im und am Baume sind, die der elektrische Strom bei seiner Ableitung vorfindet, um so größer sind, wie die Beobachtungen an den verschiedenen Holzarten beweisen, die Zerstörungen. Diese sind also zum Teil lediglich als mechanische Wirkungen der Elektrizität anzusehen.

Die beschädigten Stellen, die man an den tieferen Teilen der Baumschäfte oder an Ästen wahrnimmt, bezeichnen keineswegs stets die Einschlagsstelle des Blitzes. Er schlägt vielmehr zunächst fast immer in die obersten Kronenteile. Wenn es hier nicht oder nur ausnahmsweise zum Entstehen sichtbarer Verletzungen kommt, so liegt der Grund darin, daß in der reich verzweigten Krone der Anteil der gutleitenden Bahnen, d. i. des wassergesättigten Rinden- und Jungholzgewebes, größer ist als in den stärkeren Ästen und am Stamme. Ist der Baum im Augenblick des Blitzschlages überdies noch beregnet, so verringert sich die Wirkung des Blitzes in der Krone noch mehr, weil durch die der Kronenoberfläche anhaftende Wasserhülle die Ableitung der Elektrizität wesentlich erleichtert wird.

Am Schafte bzw. an den Ästen folgt der Blitz, wie schon erwähnt, vorherrschend der Richtung der Holzfasern, weil ihm hier der geringste Widerstand entgegentritt. Hieraus erklärt sich der meist gerade Verlauf der Blitzspur. Wo die Holzfasern infolge von Dreh- oder Maserwuchs gewunden sind, schlägt auch der Blitz eine gewundene Bahn ein.[1])

In der Regel fährt der Blitz an dem getroffenen Baume zur Erde nieder; es kommt aber auch vor, daß er auf benachbarte Bäume überspringt. Entzündungen der getroffenen Bäume finden nur dann statt, wenn es sich um morsche und kernfaule Individuen[2]) handelt oder wenn, wie es besonders bei Eiche nicht allzu selten vorkommt, tote Äste getroffen werden. Für die hin und wieder[3]) aufgestellte Behauptung, daß auch grüne, durchaus gesunde Bäume durch Blitzstrahl in Brand geraten können, fehlen zunächst noch hinreichend einwandsfreie Beweise.

---

1) Bekuhrs: Ztschr. f. F. u. Jw. 1888, 704. — 2) Wagener: Allg. F. u. J.-Ztg. 1874, 34. — 3) Das. 1869, 237. — v. Tubeuf: Forstl.-naturw. Ztschr. 1892, 400.

Die Art und Weise, wie der einzelne vom Blitz getroffene, aber nicht zertrümmerte Baum auf den Blitzschlag reagiert, ist sehr verschieden und hängt sowohl von der Individualität des Baumes, wie namentlich auch vom Umfang der erlittenen Beschädigungen ab. Bäume, an denen in der mehr oder weniger breiten Blitzrinne eine Bloßlegung des Holzkörpers durch Absprengen der Rinde stattgefunden hat, gehen in der Mehrzahl der Fälle ein, wenn auch meist nicht direkt nach dem Blitzschlag, sondern erst nach einigen Jahren. Es kommt aber auch nicht selten vor, daß schmale Blitzrinnen überwallen und ohne nachteiligen Einfluß auf die Gesundheit des Baumes bleiben. Besonders exponierte oder vom Blitz bevorzugte Bäume zeigen bisweilen mehrere aus verschiedenen Jahren stammende ausgeheilte Blitzwunden. Mitunter treten diese Blitzspuren auch in Form rundlicher oder länglicher Schorfe auf der Außenseite des Stammes auf und erinnern dann lebhaft an Hagelschlagwunden.

Schwächere, von außen unsichtbare Blitzbeschädigungen pflegen ohne weitere Rückwirkungen zu verheilen und haben, wie die oben angeführten interessanten Untersuchungen R. Hartigs, v. Tubeufs und Sorauers[1]) näher darlegen, nur anatomische Gewebeveränderungen zur Folge, ähnlich denen, die sich nach Frostbeschädigungen einstellen. Durch die austrocknende Einwirkung des elektrischen Funkens hervorgerufen, treten in der Rinde des getroffenen Baumes augenförmige Flecke auf. Der zwischen künstlich erzeugten Blitz- und Frostspuren bestehende Unterschied ist von Sorauer an Fichte und Kiefer untersucht worden. Es ergab sich hierbei folgendes: Bei der Blitzwunde trocknet das abgetötete Rindengewebe schnell zusammen und wird von einem lockeren, einen hellen Außenring darstellenden Korkmantel umgeben. Die im Innern des Rindenparenchyms durch Frost abgetöteten Zellen behalten hingegen zunächst ihren früheren Umfang. Sie werden dann auch von einer Ringzone neugebildeter Zellen eingeschlossen; diese Zellen aber bilden keinen lockeren Korkmantel, sondern eine schmale Zone englumigen Parenchyms, das reicher an Reservestoffen zu sein pflegt wie das normale Rindenparenchym. Bei der Blitzwunde bildet sich die gleiche Zone erst nach der Korkzone.

Eine weit auffälligere und praktisch wichtigere Erscheinung als das Absterben des einzelnen vom Blitz getroffenen Baumes ist das nicht selten vorkommende Absterben ganzer Baumgruppen[2]), selbst größerer Horste infolge von Blitzschlag. Das Absterben geht in diesem Falle von einem oder mehreren durch Blitzverletzungen gekennzeichneten Stämmen aus und schreitet mehr oder weniger rasch zentrifugal vorwärts. Es vergehen bisweilen eine Reihe von Jahren, ehe das Trockenwerden der in der Umgebung des Blitzbaumes stehenden Stämme zum Stillstand kommt. Nach den Beobachtungen v. Tubeufs kündet sich das Eingehen durch Rotwerden einzelner Äste im unteren Teil der Krone, sowie durch einen mehr oder minder starken, von den abgestorbenen Ästen ausgehenden Harzausfluß an. Die auf diese Weise nicht selten in den wüchsigsten Stangen- und Baumholzorten entstehenden höchst unliebsamen Lücken bezeichnet man als „Blitzlöcher". Mit Ausnahme einer von Petith[3]) veröffentlichten gegenteiligen Mitteilung sind Blitzlöcher bisher nur in

---

1) Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1907, 157. — Ders.: Handb. d. Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Bd. I, 489. — 2) Grebe: Allg. F. u J.-Ztg. 1853, 479. — Verhdlgn. d. Harzer Forst-Vereins 1869, 140. — Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1875, 283. — Reimann: Forstl. Bl. N. F. 1889, 252. — v. Lebedur: Allg. F. u. J.-Ztg. 1888, 371. — v. Tubeuf: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1905, 493; 1906, 344. — Hoepffner: das. 1910, 411. — D. Forst-Ztg. 1910, 26. — Balz: Silva 1911, 306. — 3) Allg. F. u. J.-Ztg. 1906, 355. Der genannte Autor führt die Beschädigung von 16 Stämmen eines 60—70jh. Eichenbestandes der hessischen Oberförsterei Wald Michelbach auf das im Kronenraum erfolgte Platzen eines Kugelblitzes zurück.

Nadelholzbeständen beobachtet worden. Auch hier pflegen sie keine häufige Erscheinung zu sein; trotzdem vermögen sie bei größerem Umfang störend zu wirken.

Was die Häufigkeit der Blitzlöcher anlangt, so wurden in den Fürstlich Fuggerschen Waldungen bei Augsburg in den 25 Jahren von 1880—1905 im ganzen 11 festgestellt, von denen das größte 35 a, das kleinste 2 a groß war.

Eine das fortschreitende Absterben verständlich machende Erklärung der merkwürdigen Erscheinung fehlt zunächst noch; den vorhandenen Erklärungsversuchen kommt nur der Wert von Vermutungen zu. Ebermayer[1]) führte das Entstehen der Blitzlöcher auf den sog. Rückschlag, d. h. auf plötzliche Vereinigung getrennt gewesener Elektrizitäten im Baumkörper zurück. Er geht davon aus, daß die Gewitterwolke die ihr entgegengesetzte Elektrizität im Baume nach oben zieht, während die gleichnamige Elektrizität im unteren Teile sich ansammelt. Beim Überspringen eines Funkens aus der Gewitterwolke dürfe dann angenommen werden, daß in allen, in der Nähe des getroffenen Baumes stehenden Bäumen eine plötzliche Wiedervereinigung der getrennt gewesenen Elektrizitäten und damit ein innerer, ohne Zündung vor sich gehender Blitzschlag erfolge, der das Absterben der betreffenden Bäume nach sich ziehe.

Das Unwahrscheinliche dieser Erklärung ergibt sich ohne weiteres daraus, daß die Zahl der Blitzlöcher zu der Zahl der im Walde vorkommenden Blitzschläge in gar keinem Verhältnisse steht.

Mehr Wahrscheinlichkeit hat die von Weinmeister[2]), später auch v. Tubeuf[3]) ausgesprochene Ansicht für sich, daß die Blitzlöcher im Walde durch sog. „Streublitze" (Flächenblitze), d. h. Blitze veranlaßt werden, durch deren Strahlenbüschel eine größere Anzahl benachbarter Stämme auf einer etwa kreisförmigen Fläche getroffen werden. Die Beobachtung, daß von den in den Blitzlöchern stehenden bzw. eingehenden Bäumen tatsächlich oftmals mehr als einer sichtbare Blitzverletzungen zeigt, die ohne solche dürr werdenden Bäume nach v. Tubeuf aber wenigstens in den Kronen und Astendigungen anatomische Blitzschäden aufweisen, läßt sich zwar nicht als Beweis für die Richtigkeit des Gesagten anführen, darf aber in Ermangelung einer besseren Erklärung zur Unterstützung der vorerwähnten Deutung herbeigezogen werden.

Von anderer Seite wird angenommen, daß bei der Entstehung von Blitzlöchern der Boden eine Rolle spiele, indem z. B. in trocknem Sande die Elektrizität bessere Leiter in der Nachbarschaft des den Blitz ableitenden Stammes aufsuche, um sich zu verteilen. Als solche kämen in erster Linie die feineren Wurzelenden in Betracht. So ist Braun[4]) der Meinung, daß sich der Blitz eine gewisse Strecke hin horizontal an den Wurzeln im Boden verbreite und deren Saftwasser in Dampf verwandle bzw. gleichsam koche. Auch Stahl[5]) hält es für möglich, daß die bereits benetzten Wurzeln in der Nähe des Blitzstammes unbeschädigt bleiben, die feinsten, Wurzelhaare führenden Würzelchen hingegen abgetötet werden können.

Eine scheinbare Bestätigung findet diese Ansicht in der Beobachtung, daß Blitzlöcher vornehmlich in Kiefern- und Fichtenbeständen, im allgemeinen also vorwiegend

1) Naturw. Rundschau, 1889. — 2) Thar. Jhrb. 1898, 185. — 3) Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1905, 493. — 4) Monatsschr. f. d. F. u. Jw. 1874, 135. — 5) A. a. O. 50.

auf trockneren Standorten entstehen, während sie in Laubholzorten, d. h. auf frischeren Böden, wie schon oben erwähnt, so gut wie unbekannt sind.

Nicht in Übereinstimmung damit zu bringen ist aber die hin und wieder wahrgenommene Erscheinung, daß Laubhölzer, die zwischen den im Blitzloch eingehenden Nadelhölzern stehen, vollständig verschont bleiben.[1]) Auch das keineswegs gleichzeitige, sondern nach und nach erfolgende und sich unter Umständen auf eine Reihe von Jahren ausdehnende Absterben der äußerlich unbeschädigt gebliebenen Stämme findet unter Zugrundelegung der zuletzt genannten Theorie keine hinreichende Erklärung.

Weiterer Bestätigung durch gleichsinnige Beobachtungen und Untersuchungen bedarf auch die von v. Tubeuf[2]) auf Einwirkung von Elektrizität zurückgeführte, im Frühjahr 1902 in Bayern beobachtete Gipfeldürre von Nadelhölzern. Der genannte Autor macht auf Grund eingehender anatomischer Untersuchungen und experimenteller Nachprüfungen elektrische Ausgleichungen während der Vegetationsruhe, also Wintergewitter, haftbar für das Absterben zahlreicher Wipfel an vorwüchsigen Stämmen in Althölzern und an älteren freistehenden Stämmen vorzugsweise von Fichte, dann auch von Kiefer, Lärche und Tanne. An den geschädigten Bäumen waren die Gipfel auf 2—3 m, bei Freiständern auf 4—5 m dürr geworden, Rinde, Bast, Kambium und Holz getötet und die Seitenäste vertrocknet. Dem dürren Gipfel folgte nach abwärts eine Region, in der nur die äußere Rinde des Schaftes und ein Streifen des Bastes getötet, die Äste aber gesund geblieben waren. Bei der anatomischen Untersuchung ergab sich, daß die getötete Rinde durch Kork gegen das innere lebende Gewebe abgeschnürt war. Der tote Bastteil lag, auf dem Querschnitt als brauner Ring erscheinend, mitten im lebenden Gewebe. Nach unten nahm die Rindenbeschädigung am Schafte mehr und mehr ab und strahlte schließlich in einzelnen in der Rinde liegenden getöteten und von Kork eingekapselten, blind endenden Längsstreifen aus. Die Annahme eines elektrischen Stromes als Ursache macht das geschilderte Beschädigungsbild, wobei der oberste Wipfel ganz getötet wurde und der teils in der äußeren Rinde, teils im Bastgewebe nach unten abfließende elektrische Strom allmählich zum Erlöschen kam, verständlich. Aus dem Vorkommen gleicher anatomisch-pathologischer Folgeerscheinungen an zweifellosen Blitzbäumen und an Gipfeldürre-Fichten leitete v. Tubeuf seine Diagnose auf Schaden durch elektrische Entladung ab, und es gelang ihm in Gemeinschaft mit Prof. Zehnder nachzuweisen, daß experimentell erzeugte Funkenströme sowohl die äußere Erscheinung der Gipfeldürre, wie auch ganz die gleichen anatomischen Folgeerscheinungen im lebenden Stamme eingetopfter Versuchspflanzen hervorzurufen imstande sind.

Da andere Ursachen, namentlich Trockenheit, Frost und Insektenangriffe (Grapholitha pactolana — vgl. die unten angeführten Arbeiten Möllers —) das Absterben der Gipfel von Nadelhölzern ebenfalls herbeizuführen vermögen, und da die in solcher Weise beschädigten Bäume sich äußerlich im Gesamtbilde kaum unterscheiden, so sind, wie schon angedeutet, genauere anatomische Untersuchungen wipfeldürrer Fichten erwünscht. Wenn auch kein Grund vorliegt, die Richtigkeit der Tubeufschen Ausführungen und Schlüsse zu beanstanden, so fehlt es doch noch an genügendem Beweismaterial. Es darf angenommen werden, daß die durch v. Tubeuf aufgefundenen Beschädigungen durch elektrische Ausgleichungen keine außergewöhnliche Erscheinung, sondern daß hin und wieder auf großen Gebieten die Bedingungen für ihr Entstehen gegeben sind. Inwieweit das der Fall ist und inwieweit das zeither anderen Ursachen zugeschriebene Gipfelabsterben von Fichten usw. falsch gedeutet worden ist und auf Elektrizitätseinwirkung zurückgeführt werden muß, bedarf jedenfalls noch näherer Untersuchung.

---

1) Vgl. Hoepffner: Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1910, 411. — 2) Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1903, 279, 309, 367, 413, 417, 448; 1904, 47, 60, 109, 490, 494. — Reiß: Forstw. Zbl. 1903, 502. — Schoepf: das. 1904, 491. — Das. 1903, 432. — Möller: Ztschr. f. F. u. Jw. 1903, 265; 1904, 481.

2. Schaden nach bedingenden Momenten.

a) Holzart.

Die vorhandenen Blitzbeobachtungen weisen in mehr oder weniger übereinstimmender Weise darauf hin, daß die verschiedenen Holzarten nicht in gleicher Weise vom Blitz heimgesucht werden. Unter Heimsuchung ist in diesem Falle aber nicht die Bevorzugung der einzelnen Holzart durch den Blitz, sondern die Art und Weise zu verstehen, wie der Blitz auf den getroffenen Baum einwirkt. Mit vollem Rechte ist von R. Hartig darauf hingewiesen worden, daß die Blitzstatistik naturgemäß nur die durch den Blitzschlag sichtbar beschädigten Bäume, nicht aber auch jene Fälle faßt, wo es infolge der weiter unten erörterten Gründe zu keiner oder wenigstens zu keiner in die Augen fallenden Verletzung des den Blitz ableitenden Baumes kommt. Würde die Statistik in der Lage sein, sich auch auf diese bisher ausgeschalteten Fälle zu erstrecken, so würde sich vielleicht ergeben, daß die Gefahr, vom Blitz getroffen zu werden, für alle Holzarten die gleiche ist.

Die Möglichkeit einer derartig umfassenden Statistik erscheint aber für alle Zeiten ausgeschlossen. Infolgedessen müssen wir uns damit begnügen, die durch die statistischen Erhebungen festgestellte verschieden große Blitzgefährdung der einzelnen Holzarten in dem Sinne als nachgewiesen zu betrachten, daß die Größe der durch Blitzschlag herbeigeführten Beschädigungen — die Blitzempfindlichkeit — mit der Holzart wechselt.

Die aus verschiedenen Waldgebieten vorliegenden statistischen Aufzeichnungen der mit mehr oder minder schweren Beschädigungen der getroffenen Bäume verbundenen Blitzschläge liefern wertvolles Material zur Beantwortung der Frage, in welchem Maße die einzelnen Holzarten Blitzbeschädigungen ausgesetzt sind. Ob stärkere oder weniger starke Blitze notwendig waren, um die Beschädigungen hervorzubringen, entzieht sich naturgemäß der Beurteilung. Die Statistik läßt nur einen Rückschluß auf das relative Verhältnis zwischen Blitzstärke und Ableitungsvermögen der getroffenen Holzart zu. Wenn die Erhebungen erkennen lassen, daß dieses Verhältnis in vielen Fällen zu ungunsten der Baumindividuen ein und derselben Holzart sich gestaltet, muß diese letztere als blitzempfindlich bezeichnet werden, gleichviel ob die Zahl der nicht kontrollierbaren unschädlichen Blitzschläge in dieselbe Holzart groß oder klein ist. Im landläufigen Sinne sieht man die betreffende Holzart als eine „vom Blitz bevorzugte" an.

Die ersten, schon 1874 eingeleiteten und bis in die Neuzeit fortgeführten statistischen Erhebungen über Blitzschläge in Bäume sind der Forstverwaltung des Fürstentums Lippe-Detmold[1]) zu danken. Die ebenso wertvollen wie verdienstlichen Beobachtungen weisen unter den Laubhölzern die Eiche, unter den Nadelhölzern die Kiefer als blitzempfindlichste Holzart nach. Ihnen folgen die Buche bzw. die Fichte. Nur vereinzelter Schaden trifft Birke, Pappeln, Esche, Erle, Baumweide, Lärche und andere Holzarten.

Nach einer die Jahre 1874—90 umfassenden Zusammenstellung von Heß[2]) wurden in Lippe-Detmold in dem 17jährigen Zeitraum vom Blitze getroffen:

---

1) Forstl. Bl. N. F. 1875, 154; 1877, 173; 1878, 184; 1881, 154; 1882, 184; 1883, 173; 1884, 265; 1885, 211; 1886, 203; 1887, 155; 1888, 274; 1889, 285; 1890, 345; 1891, 218; 1892, 173. — Feye: Ztschr. f. F. u. Jw, 1879, X. Bd. 543; 1880, 367; 1881, 283; 1884, 330; 1885, 300; 1886, 287; 1888, 50, 634. — Baldenecker: Naturw. Ztschr. f. L. u. Fw. 1904, 406; 1905 468. — 2) Forstl. Bl. 1891, 320.

Laubhölzer	Nadelhölzer
310 Eichen = 58 %,	108 Kiefern = 20 %,
33 Buchen = 6 %,	39 Fichten = 7 %,
10 Birken = 2 %,	11 Lärchen = 2 %,
6 Pappeln,	1 Schwarzkiefer,
4 Eschen,	1 Weymouthskiefer,
2 Weiden,	5 ohne nähere Bezeichnung.
8 sonstige Laubhölzer (je eine Ulme, Mehlbeere, Aspe, Erle, Syringe, 3 ohne nähere Bezeichnung).	
Sa.: 373	Sa.: 165.

Für den Zeitraum 1879—1904 gibt Wolff (a. a. O., 461) unter Zugrundelegung des gleichen Beobachtungsmateriales die Zahl der Blitzschläge, in Prozenten der Jahressumme berechnet, wie folgt an: Eiche 63,3 %, Kiefer 18,8 %, Buche 9,7 %, Fichte 8,3 %.

Das betreffende Beobachtungsgebiet ist bestanden mit rund:

11 % Eichen,
70 % Buchen,
13 % Fichten und
6 % Kiefern.
Sa.: 100.

Die Blitzgefahr erwies sich hiernach für eine Fichte 6 mal, für eine Kiefer 37 mal und für eine Eiche 60 mal so groß als für eine Buche.

Ähnliche Erfahrungen hat man in den 4 Jahren 1887/90 in den bayerischen Staatswaldungen gemacht.[1])

Während dieser Zeit wurden vom Blitze getroffen:

Holzarten	Anzahl der Bäume	Die betreffende Holzart nimmt ein Prozente der Hochwaldfläche
Kiefern	131	30,80
Fichten	88	41,50 (Fichten und Tannen)
Tannen	67	
Eichen	61	1,82
Weichhölzer	11	2,41
Lärchen	7	0,58
Buchen	7	10,79
Sa.:	372	87,90

In den königl. sächsischen Staatsforsten[2]), in denen man 1897 zum ersten Male statistische Erhebungen über Blitzschläge angestellt hat, zeigte sich gleichfalls die geringe Blitzempfindlichkeit der Buche, indem unter den beschädigten Bäumen keine einzige Buche sich befand, obgleich die mit dieser Holzart bestandene Fläche mehr als $2^1/_2$ mal so groß ist als die der Eichen.

Im ganzen wurden 1897 in 29 Staatsforstrevieren 72 Bäume vom Blitze getroffen, und zwar 41 Fichten, 16 Tannen, 11 Kiefern, 3 Eichen und 1 Eberesche (Straßenbaum).

Der Fläche nach kommt ein verletzter Nadelbaum auf 2319 ha und eine verletzte Eiche auf 433 ha. Die Blitzgefahr für die Eiche erwies sich somit fast 6 mal so groß als für einen Nadelholzbaum.

Auch andere Beobachter fanden die größere Blitzgefahr der Eiche gegenüber der Buche.

---

1) Ebermayer: Beobachtungen über Blitzschläge und Hagelfälle in den Staatswaldungen Bayerns. Jahrgänge 1888—1890. Augsburg 1891. — 2) Weinmeister: Thar. Jhrb. 1898, 185.

Nach Hellmann[1]) ist die Blitzgefahr für die

Buche	1
Nadelhölzer	15
Eiche	54
anderen Laubhölzer	40.

Cohn[2]) beobachtete, daß in Schlesien von den Blitzschlägen 14 % auf Eichen und 12 % auf Pappeln kamen; er fand hiernach also auch die Pappel sehr gefährdet. Auch C. Heß[3]) fand die italienische Pappel vom Blitzschlag bevorzugt und das Überspringen des Blitzes auf benachbarte Gebäude als Regel. Unter den 10 Fällen, die er beschreibt, waren es acht, bei denen der Blitz auf das (vermeintlich) „geschützte" Gebäude übersprang oder doch wenigstens teilweise „abspritzte". Hiernach würde die landläufige Anschauung, daß die Pappel gegen Zündung durch den Blitz schütze, unrichtig sein. Insbesondere sollen hoch- oder nur spärlich beastete und belaubte Pappeln näher als 2 m an den Gebäuden stets eine Blitzgefahr für diese bilden.

Caspary[4]) zählte in Ostpreußen unter 93 Blitzschlägen sogar 34 an Pappeln und nur 15 an Eichen.

Auch in Schleswig-Holstein wird, wie Brodersen[5]) mitteilt, die Pappel vom Blitz weit mehr heimgesucht als alle anderen Holzarten. Von 239 in der Zeit von 1884—99 gemeldeten Blitzschlägen in Bäume kamen 109 = 46 % auf Pappeln, 26 = 11 % auf Eichen, 23 = 10 % auf Linden, 21 = 9 % auf Eschen usw. Die Buche wurde trotz ihres überwiegenden, 43,4 % der fraglichen Waldbestockung betragenden Vorkommens nur einmal als Blitzbaum bestätigt.

In der Bremer Umgegend[6]) bevorzugt der Blitz Eichen, Pappeln, Eschen, Linden und Birnbäume, im Fürstentum Reuß[7]) Eichen, ital. Pappel, Birke, Kiefer, Fichte u. Tanne.

Von außerdeutschen Gebieten liegen Blitzbeobachtungen vor aus Steiermark und Kärnten von Prohaska[8]) und aus Belgien und Holland von Vanderlinden.[9])

In Steiermark und Kärnten wurden 1886—1892 und 1896 714 Blitzschläge in Bäume gezählt. Sie verteilen sich wie folgt: Eichen 151, Fichten 145, Lärchen 107, Pappeln 78, Birnbäume 60, Tannen 27, Linden 24, Edelkastanien 19, Kiefern 18, Kirschbäume 16, Eschen 10, Nußbäume 14, Apfelbäume 11, andere Holzarten 34. — Von 161 in den Jahren 1902 und 1903 beobachteten Blitzschlägen entfielen 41 auf Eichen, 33 auf Fichten, 18 auf Pappeln, 17 auf Lärchen, 12 auf Birnbäume, 40 auf andere Holzarten.

Unter Zugrundelegung eines 6 jährigen Beobachtungsmateriales hat Prohaska für die wichtigsten Waldbäume bei Berücksichtigung der Häufigkeit ihres Vorkommens folgende Gefährdungsquotienten berechnet: Eiche 32,1, Lärche 9,5, Tanne 3,8, Fichte 1,8, Birke 1,4, Kiefer 0,9, Buche 0,3, Erle 0,0.

In Belgien verteilten sich die im Zeitraum 1884—1906 gemeldeten 1351 Blitzschläge in Bäume prozentual auf: Pappeln 55,6 %, Eichen 13,9 %, Ulmen 7 %, Nadelhölzer 6,8 %, Buchen 3,8 %, Birnbäume 2,7 %, andere Laubhölzer 10,2 %. — Von 627 in den Jahren 1886—1908 in Holland festgestellten Blitzschlägen entfielen auf Pappeln 38,9 %, Eichen 21,2 %, Weiden 12,6 %, Ulmen 7,9 % Birnbäume 4,5 %, Nadelhölzer 3,4 %, Linden 3,2 %, andere Laubhölzer 8,3 %,

---

1) Beiträge zur Statistik der Blitzschläge in Deutschland. S.-A. a. d. Ztschr. d. Kgl. Preuß. Statist. Bureaus 1886. Bericht v. R. Hornberger u. B. Borggreve: Forstl. Bl. N. F. 1889, 26. — 2) Denkschr. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur, 1853, 267. — 3) Zbl. f. d. ges. Fw. 1896, 564. — 4) Mittlgn. über vom Blitz getroffene Bäume. Schriften d. Königsberger phys.-ökonom. Gesellsch. Jahrg. XII, 1871. — 5) Berichte über Blitzschläge der Jahre 1884—1899 in der Prov. Schleswig-Holstein. Kiel 1909. — 6) Häpke: Beiträge z. Physiographie der Gewitter. Programm d. Realschule i. d. Altstadt Bremen 1881. — 7) v. Voß: Verhdlgn. d. Gesellsch. von Freunden d. Naturw. in Gera. Bd. I, 1858—62. — 8) Meteorol. Ztschr. 1898; 1903. 315; 1905, 464. — Jahrb. d. K. K. Zentralanstalt f. Meteorologie und Erdmagnetismus 1903, N. F. Bd. XI. Wien 1905. — Hornberger: Münd. forstl. H. XV. 1899, 150. — 9) La foudre et les arbres. Etude sur les foudroiements d'arbres constatés en Belgique pendant les années 1884 à 1906. Bruxelles 1907. Ref.: Forstw. Zbl. 1908, 218. Meteorolog. Ztschr. 1908, 93.

Der Überblick über die vorstehend wiedergegebenen statistischen Erhebungen über die in verschiedenen Teilen von Mitteleuropa beobachteten Blitzschläge in Bäume zeigt keine völlige Übereinstimmung hinsichtlich der Blitzempfindlichkeit der einzelnen Holzarten. Es ist anzunehmen, daß die nicht einheitlichen Ergebnisse der verschiedenen Beobachtungen begründet sind in der Mitwirkung besonderer örtlicher Umstände und spezifischer Eigenschaften des einzelnen Baumindividuums, ferner in der Häufigkeit oder Seltenheit dieser oder jener Holzart im jeweiligen Beobachtungsgebiet, in dem Wechsel der Standortsverhältnisse (größere oder geringere Feuchtigkeit des Bodens, Nähe von Gewässern usw., siehe unter b) und in den Bestandesverschiedenheiten (Schlußgrad, Wuchsgrad, isolierte Stellung, Baumhöhe, siehe unter c). Immerhin geht mit großer Deutlichkeit aus dem Beobachtungsmaterial hervor, daß sich die verschiedenen Holzarten hinsichtlich ihrer Gefährdung durch Blitzschlag in mehr oder weniger scharf getrennte Gefahrengruppen zusammenstellen lassen. Stahl (a. a. O. 9) bildet folgende Gruppen:

Meist gefährdet, d. h. auffälligen Blitzbeschädigungen am häufigsten ausgesetzt sind: Pappeln, Eichen, Birnbaum, Ulmen, Weiden, Eschen, Robinie, hochstämmige Nadelhölzer.

Weniger gefährdet sind: Linde, Apfelbaum, Kirschbaum, Walnuß, Edelkastanie.

Wenig gefährdet sind: Erlen, Ahorne, Roßkastanie, Buche, Hornbaum, Vogelbeerbaum, Birke.

Die Frage nach der Ursache der ungleichen Blitzempfindlichkeit der verschiedenen Holzarten ist schon des öfteren unter Herbeiziehung dieser oder jener Gesichtspunkte beantwortet worden. Sie dürfte aber, soweit sie einer glatten Beantwortung überhaupt zugänglich ist, erst in neuester Zeit durch die mehrfach angezogene Arbeit Stahls eine in den wesentlichen Punkten zutreffende Lösung gefunden haben.

Ausgehend von den von R. Hartig aus seinen Blitzstudien gezogenen Schlüssen, daß der Rindenkambiumzylinder der am besten leitende Teil eines Baumes ist, brachte man in richtiger Weise die elektrische Leitfähigkeit der Bäume mit ihrem Wassergehalt in Verbindung. Man folgerte hieraus, daß diejenigen Bäume am häufigsten vom Blitz getroffen werden, deren Wasserhaushalt infolge der spezifischen Eigenschaft der betreffenden Holzart oder infolge des Standortes des Einzelbaumes auf feuchtem Boden ein besonders großer ist. Zweifellos stimmt diese Folgerung mit den tatsächlichen Verhältnissen auch überein. Die gleiche Erwägung führte dazu, in der Ausbildung des Wurzelsystems einen die Blitzgefahr der einzelnen Holzart wesentlich bedingenden Faktor zu erblicken. Holzarten mit ausgesprochener Pfahlwurzelbildung (Eiche, Pappel, Kiefer usw.) wurden als besonders blitzgefährdet angesehen, weil ihre in die tieferen und feuchteren Erdschichten reichende Wurzel eine bessere Ableitung der Elektrizität gewährleistet. Auch hierfür bieten die statistischen Erhebungen zahlreiches Belegmaterial.

Weiter wurden der Wuchs und die Bekronungsverhältnisse des Einzelbaumes, seine Höhe, die Zahl und Stellung der Äste, die Rindenbeschaffenheit, die Behaarung der Blätter und die Struktur des Holzes mit der größeren oder geringeren Blitzgefahr in Zusammenhang gebracht. Wückert[1]) z. B. sucht den Grund für die ge-

1) C.: Zbl. f. d. ges. Fw. 1891, 184.

ringere Blitzgefahr der Buche in der Behaarung und Bewimperung ihrer Blätter, die wegen des Ausströmens von Elektrizität eine starke elektrische Spannung in der Buche nicht aufkommen ließen. In Eichenzweigen zeige sich, weil die Eichenblätter kahl seien, eine doppelt so große elektrische Spannung.

Eine die bestehende Unsicherheit und die zahlreichen Widersprüche in den einzelnen Erklärungen der verschieden großen Blitzgefährdung der Holzarten überwindende Theorie glaubte Jonesco[1]) gefunden zu haben, indem er Satz aufstellte, daß die Leitungsfähigkeit des elektrischen Funkens nicht vom Wassergehalt, sondern davon abhänge, ob die Reservestoffe im Holz als Stärke oder als fettes Öl in den Zellen aufgespeichert würden.

Nach Fischer kann zwischen Fett- und Särkebäumen unterschieden werden. Bei den Fettbäumen verwandelt sich im Winter und Frühjahre die gesamte Stärke im Mark, Holz und in der Rinde in fettes Öl, ein Teil der Rindenstärke auch in Glykose. In den fettarmen Stärkebäumen hingegen bleibt die Reservestärke im Mark und Holze vom Herbste bis zum Mai unverändert. Das frische Holz der Fettbäume (Buche, Walnuß, Birke, Linde) zeigte sich bei den Versuchen Jonescos in allen Fällen als ein schlechter Elektrizitätsleiter, insbesondere sehr ölreiches Holz. Das fettarme frische Holz der Stärkebäume (Eiche, Pappel, Ahorn, Esche, Ulme, Sorbus) hingegen leitete die Elektrizität relativ gut. Die Nadelhölzer stehen gleichsam in der Mitte, indem die Kiefer im Sommer ebenso arm an Öl ist wie die Stärkebäume, während ihr Holz im Winter ansehnliche Mengen Öl führt. Sie ist daher während der an Gewittern reichen Zeit für das Durchschlagen der Funken sehr empfänglich. Kontrollversuche mit Holz von Fettbäumen, dem das Öl mit Äther extrahiert war, ergaben, daß sie dann vom elektrischen Funken ebenso leicht durchschlagen wurden wie das Holz der typischen Stärkebäume.

Die von Jonesco aus seinen Versuchen abgeleitete Schlußfolgerung, daß die Stärkebäume um ein Vielfaches gefährdeter seien als die Fettbäume, hat sich bei der Nachprüfung der Versuche durch Frdr. Wolff als unhaltbar herausgestellt. Wolff fand, daß die Leitfähigkeit der Bäume allerdings außerordentliche Unterschiede aufweist, sowohl nach den verschiedenen Baumarten, wie auch innerhalb derselben Baumart nach den verschiedenen Vegetationsperioden. Diese Unterschiede lassen sich aber nicht auf den Fettgehalt zurückführen, sondern stehen in Verbindung mit der Zusammensetzung der Säfte und den in bezug auf deren Menge und Beschaffenheit vorkommenden Schwankungen. Die schon oben erwähnte Bedeutung des Wassergehaltes der Bäume für die Größe der Blitzgefährdung wird durch die experimentellen Untersuchungen Wolffs von neuem bestätigt.

Für die in der Blitzempfindlichkeit zum Ausdruck kommende Schwere der durch den Blitzschlag hervorgerufenen Beschädigungen ist in erster Linie die Struktur des Holzes und die mit dieser zusammenhängende größere oder geringere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Zerstörungen haftbar gemacht worden. Besonders bedeutungsvoll schien in dieser Richtung die Spaltbarkeit, um so mehr als die meist- und mindestgefährdeten Laubholzarten Eiche, Pappel einerseits und Buche andererseits als Beweise für die Abhängigkeit der Blitzbeschädigungen von der Spaltbarkeit herangezogen werden können. Wie manche Abweichungen aber erkennen lassen, genügt die Spaltbarkeit allein nicht, um die verschiedene Blitzempfindlichkeit der Holzarten zu erklären. Sicher sind neben den mechanischen Eigenschaften des Holzkör-

1) Jahresberichte d. Vereins f. vaterländ. Naturkde. in Württemberg. 1892, 33. — Forschgn. a. d. Geb. d. Agrik.-Physik. Bd. 17, 488. — Münd. forstl. H. 1893, IV, 139; 1895, VII, 165. — Forstw. Zbl. 1893, 318. — Zbl. f. d. ges. Fw. 1893, 461; 1898, 92.

pers auch die der Rinde heranzuziehen; sie beeinflussen die Blitzwirkung ganz wesentlich.

Von besonderer Bedeutung ist, wie neuerdings durch die wertvollen Beobachtungen Vanderlindens und Stahls ins rechte Licht gerückt wurde, die Oberflächenbeschaffenheit der Baumrinde, weil Maß und Schnelligkeit der Befeuchtung der Baumteile durch die Rindenbeschaffenheit wesentlich beeinflußt werden. Glattrindige Bäume zeigen bei gleich starker Wasserzufuhr viel leichter und rascher eine gleichmäßige Oberflächenbenetzung als borkige, bei denen das Wasser in dem toten Borkengewebe versickert.

Experimentelle Untersuchungen Stahls beweisen nun, daß ein von der Krone bis zu den feuchten Bodenschichten benetzter Baum vom Blitz weniger gefährdet ist als ein außen trockener. Gewebeverletzungen treten dann nicht ein, wenn der in den inneren Bahnen, in dem saftreichen Gewebe der Rinde und des Jungholzes verlaufende elektrische Strom mit einem auf der benetzten Außenseite verlaufenden leicht in Verbindung treten kann. Ist das nicht der Fall, so tritt eine Überlastung der inneren Bahnen ein, die zur Tötung der lebenden Zellen, plötzlichen Verdampfung der Säfte und damit zu Rindenrissen und Holzzersplitterungen führt. Die Verbindung der inneren Leitungsbahnen mit den äußeren wird durch die Lentizellen besorgt. Zur vollen Wirksamkeit bei der Abwendung von Blitzbeschädigungen aber gelangen diese erst dann, wenn der Baum an seiner Oberfläche durch ablaufendes Wasser ganz oder wenigstens streifenweise benetzt ist.

Stahl nimmt somit an, daß diejenigen Holzarten, denen infolge Glattheit der Rindenoberfläche und infolge steiler, den Abfluß des Regenwassers begünstigender Aststellung eine schnelle und starke Benetzbarkeit des Schaftes eigentümlich ist, vom Blitz zwar nicht gemieden werden, jedoch nur geringfügigen Blitzverletzungen unterworfen sind. Zu diesen Holzarten zählt er, wie schon erwähnt: Hornbaum, Buche, Hasel, Roßkastanie, Erlen.

Ihnen gegenüber stehen die Holzarten, die frühzeitig Borke bilden und deren Astwerk den Regen weniger schnell zum Schafte leitet. Bei ihnen tritt eine Benetzung des Schaftes nur schwer und erst bei lang anhaltendem Regen, vielleicht auch nur in den oberen Teilen ein. Es fehlt ihnen aus diesem Grunde die Eigenschaft eines guten Blitzableiters, und sie sind infolgedessen stärkeren Blitzbeschädigungen weit mehr ausgesetzt. Hierzu gehören die oben als meist gefährdet angegebenen Holzarten.

Innerhalb beider Gruppen wird die Leitfähigkeit noch von der Höhe des Baumes, seiner Stellung auf trocknem oder feuchtem Boden, der Ausbildung des Wurzelsystems und der etwaigen Besiedelung der Rinde mit Flechten und Moosen mehr oder weniger beeinflußt. So kann es z. B. bei der Buche leicht vorkommen, daß ihre Leitfähigkeit durch einen dichten Flechtenüberzug erheblich gemindert wird.

Von der Holzart als solcher und ihren spezifischen habituellen Eigenschaften abgesehen, kommen für die mehr oder weniger rasche Herstellung einer den Blitz ableitenden Wasserhülle naturgemäß noch die Stellung des einzelnen Baumes im Frei- oder Schlußstande und die dadurch bedingte Ausbildung seiner Beastung, sowie die Beregnungsmöglichkeit in Betracht. Weiter ist, worauf von verschiedenen Seiten (R. Hartig, v. Tubeuf) aufmerksam gemacht wurde, auch der Stammumfang für die Ableitung des elektrischen Stromes von Bedeutung. Bei zunehmendem Stammumfange und bei Oberflächenbenetzung ist ein ohne stärkere Beschädigungen

vor sich gehender Ausgleich infolge besserer Verteilung der Elektrizität und Verlegung auf die Oberfläche leichter möglich.

Unter Beachtung aller dieser den Einzelfall beeinflussenden Momente faßt v. Tubeuf[1]) den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse wie folgt zusammen:

Vom Blitz getroffen werden am häufigsten Bäume mit einheitlichem Schafte auf feuchtem und frischem Standorte. Bei ihnen bildet der Rindenkörper und die Jungholzzone einen geradlinigen, zusammenhängenden Wassermantel und in der Baumspitze eine Wassersäule. Sie dienen deshalb mehr zur Ableitung wirklicher Blitze als Bäume mit breitausladenden Kronen, die eher eine ruhige, elektrische Ausgleichung vermitteln. Tiefwurzeler werden deshalb öfter getroffen, weil sie seltener in trockenem Boden wurzeln.

Vom Blitze am meisten verletzt werden Bäume, die an und für sich zwar gute Blitzableiter sind, der Ableitung des elektrischen Stromes aber Hemmnisse entgegensetzen durch geringen Stammumfang, trockene Äste und trockene Borke. Die leichtere Benäßbarkeit umschließt in jedem Falle eine Minderung der Blitzwirkung, sobald ein Blitz einen Baum trifft.

b) Standort.

Die Beschaffenheit des Bodens[2]) ist, wie bereits erwähnt wurde, hauptsächlich infolge der größeren oder geringeren Wasserkapazität auf die Größe der Blitzgefahr einer Gegend von Einfluß. Von geringerer Bedeutung ist die geologische Verschiedenheit bzw. die chemische Konstitution des Bodens. Feuchter oder durch Regen befeuchteter Boden leitet die Elektrizität gut, wie die häufigen Einschläge des Blitzes in Bäume an Gewässern und in wasserreichen Talgründen beweisen; trockener Boden hingegen leitet schlecht.

Nach den im Lippeschen gemachten Erfahrungen ereigneten sich im Zeitraum 1874 bis 1890 Blitzschläge:

220	auf Lehmboden,
118	„ Sandboden,
84	„ Tonboden,
35	„ Keupermergel,
23	„ Kalkboden und
4	„ aufgeschwemmtem Lande.

In ähnlicher Weise gruppiert Hellmann[3]) die Blitzgefahr für:

Kalkboden	1
Keupermergel	2
Tonboden	7
Sandboden	9
Lehmboden	22.

Auch die Ergebnisse der belgischen statistischen Erhebungen weisen nach Vanderlinden (a. a. O. 17) auf eine stärkere Gefährdung der Bäume auf Lehmboden hin, stellen ihr aber, im Gegensatz zu den Lippeschen Beobachtungen, eine noch stärkere Gefährdung auf Kalkboden zur Seite. Bei Einteilung des belgischen Beobachtungsgebietes in 5 Hauptzonen berechnet Vanderlinden für je 10000 ha jeder Zone während des 23jährigen Beobachtungszeitraums von 1884—1906 folgende durchschnittliche Häufigkeit der Blitzschläge:

1) Naturw. Ztschr. f. F. u. Lw. 1913, 512. — 2) Forstl. Bl. 1882, 211. — 3) Ztschr. d. Kgl. Preuß. Statistischen Bureaus 1886, 188.

Boden vorwiegend	mergelig oder	Jurakalk	3,0
„	„	schieferhaltig . . .	3,6
„	„	sandig	3,9
„	„	lehmig	5,0
„	„	kalkhaltig	6,1.

Nicht mit Unrecht wird von Stahl darauf hingewiesen, daß die nach der belgischen Statistik hervortretende starke Gefährdung der auf Kalkboden stockenden Bäume schwer verständlich erscheint, da angenommen werden muß, daß der Kalkboden im allgemeinen ein relativ trockenes Substrat darstellt.

In Übereinstimmung befinden sich die Urteile der verschiedenen Beobachter darin, daß der Ausgleich der elektrischen Spannungen vorwiegend dort erfolgt, wo wasserzurückhaltende Schichten anstehen. Die hier wurzelnden Bäume sind in besonderem Maße blitzgefährdet, selbst wenn die sonstigen Umstände die Blitzgefahr gering erscheinen lassen. Nach v. Burgsdorf schlägt der Blitz vornehmlich in solche Bäume, die auf unterirdischen Wasseradern wachsen. Wenn Eichen und Pappeln bevorzugt werden, so ist das nach dem genannten Beobachter darin begründet, daß diese Holzarten, ohne Schaden zu nehmen, auf solchen Standorten gedeihen, während andere Holzarten wie Buche und Obstbäume hier nicht fortzukommen vermöchten.

Für die Annahme, daß die Bodenerhebung auf die Erhöhung der Blitzgefahr von Einfluß sei, sind beweiskräftige Belege nicht vorhanden. Die aus dem statistischen Beobachtungsmaterial abgeleitete größere Blitzgefährdung Norddeutschlands — gegenüber einem großen Teile von Süddeutschland und Österreich — läßt sich mit derselben Wahrscheinlichkeit auf die Verschiedenartigkeit der Bodenverhältnisse zurückführen.

An hinreichenden Beobachtungen fehlt es auch noch zur Beantwortung der Frage, wie sich die Zahl der Blitzschläge zum Bewaldungsprozent einer Gegend verhält. Es liegt nahe, anzunehmen, daß zwischen beiden unter sonst gleichen Verhältnissen ein direktes Verhältnis besteht. Dem gegenüber will man in einigen Gegenden (z. B. am Unterrhein) beobachtet haben, daß es in nur wenig bewaldeten Ebenen häufiger einschlage als in stark bewaldeten Gebirgen. Auch in Hessen ist die mittelrheinische Tiefebene (das waldarme Rheinhessen) am meisten durch Blitz gefährdet, während die bewaldeten Bergkreise des Odenwaldes und Vogelberges am wenigsten hierdurch leiden. Ein Einfluß des Waldes auf die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre ist zwar nicht ausgeschlossen, bis jetzt jedoch wissenschaftlich noch nicht nachgewiesen.[1])

W. von Bezold und Karsten schreiben die lokale Vermehrung der Blitzgefahr insbesondere der Ausrottung der Wälder zu. Hierdurch sei die Sommerhitze gesteigert und die Neutralisation der Wolkenelektrizität vermindert worden. Die Bäume wirkten wie eine große Menge von Entladern; sie führten die Erdelektrizität der entgegengesetzten Elektrizität der Wolken zu, wodurch letztere neutralisiert werde. Mithin müsse in Gegenden mit weit vorgeschrittener Entwaldung die Intensität der atmosphärischen Elektrizität, also auch die Blitzgefahr, sich vermehren.

c) Bestandsschluß, Gesundheitszustand und Höhe der Bäume.

Der Blitz bevorzugt freistehende Stämme (Waldrechter, Alleebäume) und Randbäume und beschädigt am häufigsten die über das Kronendach eines Bestandes hinausragenden Bäume.

Gesunde Stämme werden anscheinend häufiger vom Blitz getroffen als kranke, was wohl damit zusammenhängt, daß ein safterfüllter Baum ein guter Leiter ist, ein trockener hingegen ein schlechter. In einem saftreichen Baum wird der elektrische Strom rasch zur Erde abgeleitet. Im schlecht leitenden trockenen oder angefaulten Holze hingegen richtet der Blitz Zerstörungen an, welche sich mit dem Grade des

1) Daube: Forstl. Bl. N. F. 1882, 225.

Widerstandes und der Intensität der Ladung steigern. Eichen mit dürren Ästen (Hirschhörnern) und mangelhafter Belaubung werden oft vom Blitze zerschmettert.

Im allgemeinen schlägt der Blitz in die höchsten Bäume. Daß aber Ausnahmen hiervon vorkommen und unterdrückte, neben sehr hohen, herrschenden Stämmen stehende Exemplare getroffen werden, wird durch zahlreiche Beobachtungen[1]) bewiesen.

3. Blitzschutz durch Bäume.

Wie eingangs schon erwähnt, muß der forstliche Großbetrieb den Blitzschaden als unabwendbares Naturereignis hinnehmen. Von den vermutlich durch Streublitze veranlaßten Blitzlöchern abgesehen, ist der Blitzschaden im Walde auch derartig geringfügig, daß das Fehlen wirksamer Schutzmaßregeln nicht als Lücke in unseren Kenntnissen empfunden wird. Wo, wie z. B. in der Parkwirtschaft, ästhetische oder sonstige Erwägungen es nahe legen, den einzelnen Baum zu schützen, dessen Erhaltung als Naturdenkmal oder aus anderen Gründen erwünscht ist, kann durch Anbringen einer metallischen Leitung Vorsorge getroffen werden, daß die in den betreffenden Baum einschlagenden Blitze unschädlich zu Boden geleitet werden.

Praktisch wichtiger sind die außerhalb des Gebietes des Forstschutzes liegenden Fragen, ob Gebäude durch die Nachbarschaft von Bäumen geschützt oder gefährdet werden, und ob der unter dem Kronendach eines Baumes oder Bestandes vor dem Gewitterregen Schutz suchende Mensch in der Lage ist, durch Auswahl bestimmter Holzarten, Bestandsteile usw. die Sicherheit seines Zufluchtsortes und seiner Person zu beeinflussen.

Für Gebäude haben die in ihrer unmittelbaren Nähe stehenden Bäume den ihnen von manchen Seiten zugemessenen Wert als zuverlässige Blitzableiter keineswegs. Die Gefahr, daß der in den Baum einschlagende Blitz abspringt und seinen weiteren Weg im Gebäude sucht, besteht in um so höherem Maße, je weniger der betreffende Baum infolge schwerer Benäßbarkeit seiner Rinde, wagrechter Beastung, hochangesetzter Bekronung usw. als guter Blitzableiter zu wirken vermag. Nach den allerdings nur auf eine geringe Anzahl von Fällen sich erstreckenden Untersuchungen von Cl. Heß[2]) bewähren sich die vielfach in der Nähe von Gebäuden als Blitzschutz angepflanzten Pyramidenpappeln nur dann, wenn sie tief herab bekront, mindestens 2 m vom Gebäude entfernt sind und auf wasserhaltigem Grunde stehen.

Unter Zugrundelegung der Heßschen Beobachtungen und der zu ähnlichen Ergebnissen gelangenden Untersuchungen Brodersens[3]) empfiehlt Stahl (a. a. O. 71), wenn sonst Gründe irgend welcher Art den Anbau von Bäumen in der Nähe von Baulichkeiten angezeigt erscheinen lassen, die Vermeidung der von ihm als meist gefährdet angesehenen grobrindigen Holzarten und die Bevorzugung der glattrindigen.

Die an zweiter Stelle genannte Frage nach der Blitzsicherheit des unter einen Baum flüchtenden Menschen bzw. nach der Größe der Blitzgefahr im Walde, ist, soweit sie sich auf den Unterstand unter freistehende oder andere, ihre Umgebung überragende Bäume bezieht, ziemlich übereinstimmend dahin entschieden, daß die Gefahr

1) A. B.: D. Forst-Ztg. 1903, 804. — Reznicek: Österr. F.-Ztg. 1913, 308. — 2) Mittlgn. d. Thurgauischen naturf. Gesellsch. Hft. 12. Frauenfeld 1896. (Zitiert nach Stahl). — 3) Berichte üb. Blitzschläge d. Jahre 1884—1899 in der Prov. Schleswig-Holstein. Kiel 1909.

für den unter einen solchen Baum tretenden Menschen gegenüber dem Aufenthalt auf freiem Felde jedenfalls nicht verringert wird, gleichgültig, welcher Holzart der Baum angehört. Auch die im wesentlichen vom Blitz verschonten, d. h. von Blitzzerstörungen nur selten betroffenen glattrindigen Holzarten sind Blitzableiter, an die anzulehnen, wie v. Tubeuf mit Recht hervorhebt, sich durchaus nicht empfiehlt. Dem in dem bekannten Blitzverschen vom Volksglauben anempfohlenen Rate, Eichen, Weiden und Fichten als Schutzbäume zu meiden und die Buche gegebenenfalls zu bevorzugen, kann bezüglich der Buche im Hinblick auf die Ergebnisse der Blitzstatistik und unter Beachtung der neueren Ansichten über die Leitfähigkeit der Holzarten nicht zugestimmt werden.

Wie die Erfahrung lehrt, ist der auf freiem Felde stehende Mensch aber auch stark blitzgefährdet. Für den in ein Gewitter oder in bedrohliche Nähe eines solchen geratenden Menschen dürfte es das Richtigste sein, auf jeden Baumschutz zu verzichten, sobald nur einzelne Bäume bzw. Alleebäume zur Verfügung stehen, und sich auf freier Fläche niederzulegen.

Weniger einheitlich sind die Ansichten über die Blitzgefahr im Walde. Die vielfach vertretene Anschauung, daß der Aufenthalt im Walde bei Gewitter eine höhere Gefahr mit sich bringe als im Freien, verliert einen Teil ihrer Berechtigung, sobald die bereits oben erwähnte Vermutung sich bewahrheitet, daß die Vielheit der im gleichen Niveau befindlichen Baumwipfel auf die elektrische Spannung ausgleichend einwirkt. Die Beobachtung, daß der Blitz Randbäume an Bestandsgrenzen und Bestandslücken bevorzugt, in geschlossene, von gleich hohen Bäumen gebildete Bestände aber seltener einschlägt, verweist den vom nahen Gewitter Überraschten jedenfalls mehr in das Innere gleichwüchsiger Orte. Weiterhin läßt die Erfahrung, daß höhere, also ältere Bäume mehr vom Blitz heimgesucht werden als niedrigere, es ratsam erscheinen, bei Gewittern den Aufenthalt in Stangenhölzern demjenigen in Baumhölzern vorzuziehen. Daß der Blitz in manche Waldorte überhaupt nicht einschlägt, während in anderen Blitzschläge zu den häufigen Erscheinungen zählen, dürfte auf den Einfluß von Standortsverschiedenheiten zurückzuführen und vom Kenner bei der Wahl seines Zufluchtsortes mit zu berücksichtigen sein.

Obgleich ein statistischer Nachweis der unter den ständig im Walde beschäftigten Arbeitern vorgekommenen Todesfälle usw. durch Blitzschlag nicht vorhanden ist, lehrt doch die Erfahrung, daß derartige Unfälle selten sind. Eine Steigerung der Blitzgefahr durch den Aufenthalt im Walde ist nicht wahrscheinlich, wohl aber eine Minderung. In gleichem Sinne spricht sich auch das „Gutachten des Kgl. meteorologischen Institutes zu Berlin über die Blitzgefahr im Freien" von Prof. Aßmann aus.[1])

1) D. Forst-Ztg. 1904, 737.

Alphabetisches Register.

(Die Ziffern geben die Seiten an.)

Abbrüche des Bodens 361.
Abflußkanal des Wildbaches 358.
Ableitungsgraben (nach Kaiser) 388.
Ablösung von Servituten 49.
Abmarkung 6.
Abrundung 18.
Absitzungen des Bodens 361.
Abzugsgräben 382.
Abzugskanal des Wildbaches 358.
Ackertannen 236.
Ackerwinde 153.
Adjazent 3.
Adlerfarn 149.
Äcidien 214.
Äcidiosporen 214
Aecidium abietinum 229.
— columnare 221.
— elatinum 217.
— strobilinum 222.
Ätzschäden durch Rauch 106.
Agaricaceae 239.
Agaricus adiposus 220.
— melleus 239.
Aglaospora taleola 189.
Agrostis alba 147.
— stolonifera 147.
— vulgaris 147.
Ahornrunzelschorf 208.
Aira caespitosa 146.
— canescens 147.
— flexuosa 147.
Algenpilze 172.
Altersabstufung der Bestände 340.
Angergräser 146, 147.
Angrenzer 3.
Anhang 425.
Anhiebsraum 345.
Ankerwurzeln 308.
Anlieger 3.
Antheridium 172.
Antizyklonen 294.
Anziehen (der Sache) 23.
Arbeitsfeld des Wildbaches 359.
Arctostaphylos Uva ursi 144.
Armillaria mellea 239.
Arrondierung 18.
Asci 168, 172.
Ascochyta piniperda 244.
Ascomycetes 172, 179.
Aspidium Filix mas 149.
Astbruch 303.
Astmoose 148.
Aststreu 27.
Athyrium Filix femina 149.
Atmungsschäden durch Rauch 106.
Aufbereitung des Holzes 21.
Auffrieren 272.
Aufhieb 345.
Aufnahmegebiet des Wildbaches 358.
Ausfegen von Bodenfeuer 93.
Ausfrieren 250, 272.
Auskehren von Bodenfeuer 93.
Ausschlagen von Bodenfeuer 93.
Austrocknung des Bodens 276.
Auswintern 272.
Ausziehen der Äste bei Schnee 393, 397.
Azurin 171.

Bacterium mali 183.
Baeomyces roseus 153.
Bärentraube 144.
Balkensperren 369.
Bandflechten 154.
Bannwaldungen 424.
Barfrost 250, 272.
Bartflechten 154.
Basidie 164.
Basidienpilze 172.
Basidiomycetes 172, 214.
Basidiosporen 214.
Bauholzberechtigung 52.
Baumfrüchtenutzung 23.
Baumrindenrecht 56.
Beerennutzung 31.
Beerkräuter 143.
Beholzigungsrecht 51.
Beizschäden durch Rauch 106.
Berasung 365.
Berberitze 136.
Berechtigungsgrenzen 2.
Bergfälle 360.
Bergstürze 360.
Bergwind 312.
Bermen 418.
Besenpfrieme 144.
Besenstrauch 144.
Bespritzen mit Fungiziden 168.
Bestäuben mit Fungiziden 168.
Bestandesfront, schräg gestellte 335, 336.
—, senkrecht gestellte 335, 336.
Betriebsgrenzen 2.
Bewehrung 350.
Binsen 151.
Blätterpilze 239.
Blasenroste der Kiefer 222, 223.
Blattkrankheit der Platanen 189.
Blattparasiten 171.
Blaubeere 143.
Blaufäule der Nadelhölzer 192.
Blaufäulepilz 192.
Blaugras 146.
Blauwerden der Nadelhölzer 192.
Blitzempfindlichkeit 443.
Blitzlöcher 440.
Blitzrinne 437.
Blitzröhre 438.
Blitzschaden 437.
Blitzschutz durch Bäume 451.
Bodenabbrüche 360.
Bodenfeuer 65, 93.

Bodenstreu 27.
Bodenvergiftung durch Rauch 107.
Bordeauxbrühe 169.
Bordelaiser Brühe 169.
Bordo 170.
Borstengras, steifes 147, 151.
Botrytis cinerea 212.
— Douglasii 213.
Brachypodium 146.
Brand (der Kiefer) 223.
Brandbahn 79.
Brandgraben 82.
Brandrute 79.
Brandschutzstreifen 79.
Brandstiftung, absichtliche 63.
—, fahrlässige 63.
Brennen der Fichtennadeln 286.
— der Waldbäume 282.
Brennholzberechtigung 53.
Brombeere 145.
Bruchhölzer, Behandlung 351.
Bruchholzberechtigung 55.
Bruchschläge 303.
Brühe, Bordelaiser 169.
—, kalifornische 182.
Buchellesereсht 59.
Buchenkeimlingskrankheit 177.
Buchenkeimlingspilz 177.
Buchenkrebs 183.
Buhnen 370.
Burgunderbrühe 170.

Caeoma 214.
— Laricis 216.
— pinitorquum 215.
Calamagrostis 146.
Calluna vulgaris 141.
Calyptospora Goeppertiana 221.
Carex brizoides 151.
— canescens 151.
— muricata 151.
— pallescens 151.
— panicea 151.
— vulgaris 151.
Cenangium Abietis 213.
Ceratodon 148.
Ceratostomella coerulea 192.
— pilifera 192.
— pini 192.
Cercospora acerina 247.
Chlamydosporen 163, 164.
Chrysomyxa Abietis 229.
— Rhododendri 229.
Cladonia furcata 153.
Cladonia rangiferina 153.
Clematis vitalba 152.
Clithris quercina 209.
Coleosporium 222.
— Euphrasiae 223.
— Senecionis 223.
Convolvulus arvensis 153.
— sepium 153.
Cordonpflanzung 365.
Corticium amorphum 210.
Cronartium 223.
— asclepiadeum 225.
— ribicolum 227.
Cunetten 370.
Cuscuta-Arten 161.

Dasyscypha calyciformis 212.
— Willkommii 210.
Dauermycelien 164.
Dauersporen 164.
Deidesheimer Weinbergspritze 202.
Depressionen 294.
Dermatea carpinea 213.
Deschampsia caespitosa 146.
Diaporthe taleola 189.
Dicranum 148.
Dienstbezirksgrenzen 2.
Discomycetes 179, 193.
Dissipatorschornstein 128.
Dothidea noxia 189.
Drainage 389.
—, holländische 393.
Draingräben 391.
Drainröhren, Beschaffenheit 391.
—, Verlegen 391.
Drehbrüche 304.
Drehrost 215.
Dürre 275, 276.
Dürrechronik 284.
Dürrholzberechtigung 56.
Duft 425.
Duftbruchstatistik 430.
Duftbrüche 425.
Durchhieb 345, 346.

Eckerrecht 59.
Eichellesereсht 59.
Eichenholz, weißpfeifiges 238.
Eichenmehltau 180.
Eichenmistel 160.
Eichenwurzeltöter 187.
Eigentumsgrenzen 2.
Einmiete 30, 31.
Einschnürungskrankheit 276.
Einschnürungskrankheit der Tanne 244.
— junger Pflanzen 245.
Einwirkungen, atmosphärische 248.
Einzelbruch bei Wind 303.
— bei Schnee 394.
Einzeldruck bei Schnee 394.
Einzelwurf 303.
Einzugsgebiet des Wildbaches 358.
Eisanhang 425.
Eisbruchstatistik 430.
Eisklüfte 267.
Eisregen 426.
Empetrum nigrum 144.
Endosporen 163.
Entkalkungstheorie Wielers 107.
Entsäuerung der Abgase 127.
Entwässerung 380.
—, Ausführung 382.
—, gedeckte 389.
—, horizontale 382.
—, Kaisersche 387.
—, offene 382.
—, vertikale 392.
—, Würdigung 386.
—, Zeit 386.
Entwässerungsnetz 382.
Enzyme 164.
Erdfeuer 65. 93.
Erdhöschen an Pflanzen 356.
Erfrieren 250.
Erica Tetralix 143.
Eriophorum latifolium 151.
— polystachyum 151.
— vaginatum 151.
Erlöschung von Servituten 49.
Erysiphaceae 180.
Eubasidii 214.
Eumycetes 163, 172.
Evernia furfuracea 154.
Exoascaceae 179.
Exosporen 163.

Fadenpilze 163.
Fahrgerechtigkeit 61.
Fangpflanzen 116.
Farnkräuter 149.
Faschinendrains 390.
Fäulnisbewohner 164.
Fäulnispilze 171.
Fegen (der Lache) 23.
Feldgeschworene 8.
Feldwinde 153.

Ferninfektion bei Schütte 197.
Festuca gigantea 146.
— ovina 147.
Fettbäume 447.
Feuergestell 79, 80.
Feuermantel 79.
Feuermeldedienst 87.
Feuerschutzstreifen 79.
— (nach Kienitz) 88.
Feuerschutzverband 92.
Feuerschwamm, echter 237.
—, falscher 237.
Feuerwachdienst 87.
Feuerwachturm (Seitz) 87.
— mit Signalvorrichtung 87.
Feuerwagen 91.
Fichtenblasenrost 229.
Fichtenkrebspilz 212.
Fichtennadelpilz, schwarzer 190.
Fichtennadelrost 229.
Fichtenrindenpilz 186.
Fichtenrindenschorf 206.
Filices 149.
Fischereirecht 61.
Flachsseide 161.
Fladers Waldbrandgerät 91.
Flächenblitze 441.
Flächenbruch bei Wind 303.
— bei Schnee 394.
Flächendruck bei Schnee 394.
Flächenwurf 303.
Flattergras 146.
Flechten 153.
Fliegenholz 238.
Floßrecht 62.
Fluorsilicium 102.
Fluorwasserstoffsäure 102.
Flußregulierung 372.
Flußscharren 28.
Fomes 231.
— annosus 234.
— fomentarius 237.
— fulvus 237.
— Hartigii 237.
— igniarius 237.
— pinicola 237.
— salicinus 238.
Fontanellen 389.
Forstbeschädigung 34.
Forstdiebstahl 35.
Forstentwendung 35.
Forstfrevel 33.
—, Ursachen 37.
Forstgerechtigkeiten 45.
Forstpolizeiübertretung 36.
Forstschutzbeamte 39.
Forstschutzvereine 39.
Forstunkräuter 129.
—, absperrende 133.
—, ausdauernde 130.
—, Begriff 129.
—, Bodenbefestiger 135.
—, bodenholde 131.
—, bodenstete 131.
—, bodenvage 131.
—, Bodenverbesserer 135.
—, einjährige 130.
—, Einteilung 130.
—, erdrückende 133.
—, fakultative 149.
—, gelegentliche 149.
—, holzige 130, 133.
—, krautartige 130, 133.
—, lichtbedürftige 132.
—, merklich schädliche 133.
—, Nützlichkeit 134.
—, obligatorische 149.
—, Rohhumus bildende 141.
—, Schädlichkeit 135.
—, schattenertragende 132.
—, Schutzspender 135.
—, sehr schädliche 133.
—, ständige 149.
—, Standortsanzeiger 134.
—, überlagernde 133.
—, unmerklich schädliche 133.
—, verdämmende 133, 141.
—, versumpfende 133.
—, verwurzelnde 141.
—, zweijährige 130.
Forstvergehen 33.
Frontgewitter 301.
Frost 250.
—, Schaden 252.
—, Vorbeugung 262.
Frostchronik 261.
Frostempfindlichkeit der Holzarten 254, 255.
Frosthöhe 257.
Frostjahre 261.
Frostkrebs 272.
Frostlagen 259.
Frostleisten 269.
Frostlöcher 259, 388.
Frostrißbildung 267.
—, Schaden 269.
—, Vorbeugung 271.
Frostschütte 198.
Frostspalten 267.
Frosttod, Erklärung 250.
Frosttrocknis 115, 253, 257.
Frostziehen 272.
Fruchtkörper 163.
Fruchtparasiten 171.
Fruchtträger 163.
Frühfrost 250.
Frühjahrsfrost 250.
Frühjahrstrocknis 115.
Funaria 148.
Fungi imperfecti 172, 244.
Fungizide 168.
Fusarium blasticola 246.
— Willkommii 183.
Fusidium candidum 183.
Fusoma Pini 246.
Fußringelkrankheit 276.
Futterlaubnutzung 24.
Futterlaubrecht 57.

Gameten 172.
Gasöl 265.
Gassenbruch bei Schnee 394.
Gassenwurf 303.
Gegenfeuer 94, 97.
Gegenhau 96.
Geißblatt, deutsches 152.
—, italienisches 152.
Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln 229.
Gemmen 163, 164.
Gerlachs Rauchanalysenapparat 116.
Gestelle 330.
Gewächse, forstschädliche 129.
Gewitterböen 301.
Gewitterstürme 301.
Gewohnheitsrassen (bei Rostpilzen) 215.
Gipfeldürre als Blitzschaden 442.
Gipfelholzberechtigung 54.
Glatteis 289, 425.
Gletscherlawinen 415.
Gloeosporium nervisequium 189.
Gnomonia veneta 189.
Gradient 294.
Gräser 146.
Gräsereigerechtigkeit 57.
Gramineae 146.
Grasnutzung 25.
Grasscheine 25.
Grastage 25.
Graszettel 25.
Graumose 151.
Grenzarten 2.
Grenzaufnahme 15.
Grenzbäume 4, 14.
Grenzbeschreibung 15.

Grenzbezeichnung 4.
Grenzeisenstangen 11.
Grenzen, äußere 2.
—, gemischte 4.
—, innere 2.
—, künstliche 4, 6.
—, natürliche 4.
—, politische 2.
—, wirtschaftliche 2.
Grenzerhaltung 17.
Grenzgräben 12.
Grenzgruben 12.
Grenzhügel 11.
Grenzkarten 15.
Grenzlagerbuch 15.
Grenzlinie 12.
Grenzmauern 14.
Grenzpfähle 11.
Grenzregister 15.
Grenzregulierung 2.
Grenzsäulen, eiserne 11.
—, hölzerne 11.
Grenzschneisen 14.
Grenzschutz 17.
Grenzsteine 6.
—, Numerierung 10.
Grenzüberschreitung 18.
Grenzvereinbarung 2.
Grenzvermessungsregister 15.
Grenzvermessungswerk 15.
Grenzverwirrung 2.
Grenzwinkelpunkte 6.
Grubenrecht 60.
Grundeinteilungsgrenzen 2.
Grundlawinen 415.
Grundschwellen 369.
Gymnosporangium 231.
— confusum 231.
— juniperinum 231.
— Sabinae 231.
— tremelloides 231.

Hackstreu 28.
Haftmoose 148.
Hagel 432.
Hagelschießen 436.
Hagelstatistik 434.
Haingräser 146.
Hainrispelgras 146.
Halblichtpflanzen 132.
Halbschattpflanzen 132, 150.
Hallimasch 239.
Handspritzen 202.
Harznutzung 22.
Harzscharrecht 57.
Harzsticken 239.
Harzüberfülle 239.
Hauptgestelle 330, 334.
Hauptgräben 382.
Hauptschneisen 334.
Hauptsteine 8.
Haustorien 164.
Hautpilze 214.
Heckenpflanzung 365.
Heckenwinde 153.
Heide, gemeine 141.
Heidekneipe 142.
Heidelbeere 143.
Hendersonia acicola 245.
Herbstfrost 250.
Herpotrichia nigra 190.
Heterobasidion annosum 234.
Heufelder Kupfersoda 171.
Hexenbesen 179, 217.
Hiebsbahn 335.
Hiebsfolge 340.
Hiebsrichtung 338.
Hiebstour 335.
Hiebszug 335.
—, vorübergehender 342.
—, Anzahl 343.
—, Bildung 342.
—, Gestalt 344.
—, Größe 343.
Himbeere 145.
Hirsengras 146.
Hitze 275.
Hitzeempfindlichkeit der Holzarten 279.
Hitzelaubabfall 278.
Hitzerisse 275, 292
Hitzeschaden 277.
—, Vorbeugung 284.
Hitzetod 276.
Hochdruckgebiet 294.
Hochwasser 357.
Hochwasserschäden 360.
Höschenbildung an Pflanzen 356.
Holcus lanatus 146.
Holzfällung 19.
Holzgerechtigkeiten 50, 51.
Holzmagazine 39.
Holzparasiten 171.
Holzsämereiennutzung 23.
Holzsperren 368.
Holztransport 21.
Honiggras, wolliges 146.
Honigpilz 239.
Hopfen, gemeiner 153.
—, wilder 153.
Horizontalgräben 288.
Horizontalgräben gegen Lawinen 418.
Humulus lupulus 153.
Humuspflanzen 131.
Hungergräser 146.
Hydnaceae 238.
Hydnum diversidens 238.
Hylaconium 148.
Hymenomycetes 214, 231.
Hyphen 168.
Hypneen 148.
Hyphomycetes 246.
Hypnum 148.
Hypocreaceae 183.
Hypoderma brachysporum 193.
Hypodermataceae 193.
Hypodermella Laricis 208.
— sulcigena 245.

Infektionsversuche 164.
Isobaren 293.
Isoliergraben 384.

Jagdrecht 61.
Johannis-Staudenroggen 139.
Juncus conglomeratus 151.
— effusus 151.
— lamprocarpus 151.
— silvaticus 151.
— squarrosus 151.

Kälterisse 267.
Kaisers Entwässerungsmethode 387.
Kalipflanzen 131.
Kalkpflanzen 131.
Kernschäle der Kiefer 231.
Kiefernbaumschwamm 231.
Kieferndreher 215.
Kieferndrehpilz 215.
Kiefernkrebs 223.
Kiefernmistel 159.
Kiefernnadelblasenrost 222.
Kiefernräude 223.
Kiefernrindenblasenrost 223.
Kiefernritzenschorf 194.
Kiefernschütte 194.
Kiengipfel 225.
Kienitzsche Feuerschutzstreifen 83.
Kienzopf 223, 225.
Kieselfluorwasserstoffsäure 102.
Kieselpflanzen 131.
Kiesgruben 32.
Klaubholznutzung 29.

Knickbäume 4.
Konidien 163.
Kopfgraben 384.
Kopitze 11.
Krähenbeere 144.
Krebs, geschlossener 184.
—, gesunder 219.
—, kranker 219.
—, offener 184.
Krebsbeulen an Tanne 218.
Kronenfeuer 65, 96.
Kronsbeere 143.
Krustenflechten 153.
Kunden 10.
Kupferammoniakbrühe 171.
Kupferkalibrühe 171.
Kupferkalkbrühe 169, 201, 204.
Kupferkarbonatbrühe 170.
Kupferklebekalk 170.
Kupfernatronbrühe 171.
Kupfersoda, Heufelder 171.
Kupfersodabrühe 170, 201, 204.
Kupfervitriollösung 169.
Kupferzuckerkalk 170.
Kupitze 11.

Lachbäume 4.
Lache (Harznutzung) 23.
Lachter 5.
Längsschneisen 334.
Lärchenkrankheit 210.
Lärchenkrebs 210.
Lärchenkrebspilz 210.
Lärchennadelrost 216.
Lärchenschüttepilz 191.
Läufer 8.
Lagerholzberechtigung 56.
Lagerpflanzen 163.
Landfrost 250.
Lathraea Squamaria 156.
Laubfänge 300, 357.
Laubholzkrebs 183.
Laubholzmistel 159.
Laubholzparasiten 171.
Laubmoose 148.
Laubsträucher 150.
Laubstreu 27.
Lauffeuer 65, 93.
Laufsteine 8.
Lawinen 414.
Lawinenbildung, künstliche 422.
Lawinenbrecher 422.
Lawinenstatistik 416.
Lawinenverbauung 417.
Lecanora 154.
Lehmgruben 32.
Lehmpflanzen 131.
Lehnenversicherung bei Wildbachverbauung 371.
Leinpfad 63.
Leseholzberechtigung 54.
Leseholznutzung 29.
Leseholzschein 30.
Leseholztage 29.
Leseholzzeichen 30.
Leucobryum 151.
Lichtpflanzen 132, 150.
Lochbäume 4.
Löcherpilze 231.
Löschgeräumde 94.
Löschraum 94.
Lokalfrost 250.
Lonicera caprifolium 153.
— periclymenum 152.
Lophodermium Abietis 208.
— brachysporum 193.
— gilvum 208.
— juniperinum 208.
— macrosporum 206.
— nervisequium 207.
— Pinastri 194.
Loranthaceen 156.
Loranthus europaeus 160.
Loshieb 345.
Luftrecht 128.
Luftschwefelprüfer 116.

Märker 8.
maladie du rouge 244.
Malbäume 4.
Malhaufen 11.
Markbäume 4.
Massenbruch 303.
Massenlawinen 415.
Massenwurf 303.
Mastrecht 59.
Materialablagerung bei Wildbächen 358.
Materialbeschaffung bei Wildbächen 358.
Mauerk gegen Lawinen 421.
Maxima, barometrische 294.
Mayfarthsche Patentspritze [202.
Mehltaupilze 180.
Melampsora-Arten auf Weiden 216.
— Larici-populina 216.
— Larici-Tremulae 216.
— pinitorqua 215.
Melampsoraceae 215.
Melampsorella Caryophyllacearum 217.
Melampsorella Cerastii 217.
Melampyrum nemorosum 156.
— pratense 156.
— silvaticum 156.
Melanconiales 245.
Melica nutans 136.
Mergelgruben 32.
Mergelpflanzen 131.
Microsphaera Alni var. quercina 180.
— alphitoides 180.
Milium effusum 146.
Minima, barometrische 294.
Mistel, gemeine 156.
Mitweide 59.
Mnium 148.
Molinea coerulea 146.
Moorpflanzen 131.
Moosbeere 143.
Moosstreu 28.
Musci 148.
Mycel, interzellulares 164.
—, intrazellulares 164.
Mycomycetes 172.
Myzelium 163.

Nadelholzparasiten 171.
Nadelholzsterbe 236.
Nadelstreu 27.
Nahinfektion bei Schütte 197.
Nardus stricta 147, 151.
Naßgallen 378.
Nebengräben 383.
Nebennutzungsrechte 56.
Nebenschneisen 334.
Nectria cinnabarina 185.
— cucurbitula 186.
— ditissima 183.
— galligena 183.
Nesterbruch bei Schnee 394.
Nesterdruck bei Schnee 394.
Nesterwurf bei Wind 303.
Niederdruckgebiet 294.
Nießbrauch am Walde 44.
Normalgrenzstein Schmeißers 7.
Nutzholzberechtigung 53.

Oberlawinen 415.
Oidien 163.
Oogonium 172.
Oomycetes 172, 177.
Oosporen 163.
Orkane 294.

Parallelbauten bei Wildbachverbauung 370.
Parallelwerke bei Wildbachverbauung 370.
Parasiten 171.
—, fakultative 164.
—, kryptogame 155, 162.
—, obligate 164.
—, phanerogame 155, 156.
Parmelia physodes 154.
— saxatilis 154.
Partialkorrektionen bei Lawinenverbauung 422.
Peltigera 154.
Peridermium Cornui 225.
— oblongisporium 223.
— Pini 225.
— — f. acicola 222.
— — corticola 223.
— Stahlii 223.
— Strobi 227.
Périmètre 359.
Perlgras, nickendes 146.
Pestalozzia funerea 246.
— Hartigii 245.
Peziza calyciformis 212.
— Willkommii 210.
Pezizineae 210.
Pfahlcunetten 371.
Pflanzengifte 102.
Pflanzenstreu 27.
Phacidaceae 208.
Phegopteris 149.
Phoma abietina 244.
— pithya 244.
Phycomycetes 172.
Phyllactinia suffulta 180.
Phytophthora fagi 177.
— omnivora 177.
Pilze 162.
—, Ausbreitung 165.
—, autözische 164.
—, Bedeutung 166.
—, endophytisch lebende 164.
—, epiphytisch lebende 164.
—, heterözische 164.
—, Lebensweise 164.
—, pleomorphe 164.
—, Schaden 166.
—, unvollständig bekannte 172.
—, Vertilgungsmaßregeln 168.
—, Vorbeugungsmaßregeln [168.
Pilznutzung 31.
Pilzschütte 198.
Plaggenhaue, Siegener 142.
Platysma 154.
Platzregen 356.
Poa nemoralis 146.
Polypodium vulgare 149.
Polyporaceae 231.
Polyporus 231.
— annosus 234.
— betulinus 238.
— borealis 237.
— dryadeus 238.
— fomentarius 237.
— fulvus 237.
— Hartigii 220, 237.
— hispidus 238.
— igniarius 237.
— laevigatus 238.
— mollis 237.
— nigricans 238.
— pinicola 237.
— pseudoigniarius 238.
— salicinus 238.
— sistotremoides 237.
— sqamosus 238.
— sulphureus 238.
— vaporarius 237.
Polytrichiaceen 148.
Polytrichum 148.
Poria laevigata 238.
— vaporaria 237.
Prädisposition 165.
—, anormale 165.
—, individuelle 165.
—, krankhafte 165.
—, normale 165.
—, örtliche 165.
—, zeitliche 165.
praedium dominans 46.
— serviens 46.
Preißelbeere 143.
Primärinfektion bei Schütte 196.
Probelappen 116.
Protodiscineae 179.
Pteris aquilina 149.
Pucciniaceae 230.
Pucciniastrum Abieti-Chamaenerii 221.
— Goeppertianum 221.
— Padi 221.
Pykniden 164.
Pyrenomycetes 179, 183.

Quecke 146.
Querbauten bei Wildbachverbauung 367.
Querschneisen 334.
Querwerke bei Wildbachverbauung 367.
Rädertannen 220.
Räucherkerzen 266.
Räucherziegel 266.
Raffholzberechtigung 54.
Raffholznutzung 29.
Rainbäume 4.
Ramalina 154.
Rasenschmiele 146.
Rasselkanäle 389.
Rasseln 389.
Rauchanalysenapparat v. Gerlach 116.
Rauchgifte 102.
Rauchkommissionen 117.
Rauchschäden 101.
—, akute 102.
—, chronische 102.
—, Diagnose 112.
—, unsichtbare 112.
Rauchschädeninsekten 117.
Rauchschädenmerkmale, äußere 103.
Rauchschädenprozesse 122.
Rauchverbot 77.
Rauhfrost 425.
Rauhreif 425.
Rauschbeere 143.
Rebhuhnholz 238.
Rebschwefler, Diebelsfelder 182.
Rebspritze Eclair 202.
Regen 355.
Regenerationsgräben 288.
Reifanhang 425.
Reisholzberechtigung 54.
Renntierflechte 153.
Rhenaniaspritze 203.
Rhinanthaceen 156.
Rhizina inflata 213.
— undulata 213.
Rhizinaceae 213.
Rhizoktonien 188.
Rhizomorpha fragilis 239.
— subcorticalis 239.
— subterranea 239.
Rollsteine 32.
Rhytisma acerinum 208.
— — f. campestris 209.
— — f. platanoides 209.
— pseudoplatani 209.
— punctatum 209.
— salicinum 209.
Riedgräser 151.
Riemenblume, europäische 160.
Riesenschwingel 146.
Rindenbrand 275, 288.
Rindennutzung 20.

Rindenparasiten 171.
Rindenwurzeln (Mistel) 157.
Ringschäle der Kiefer 231.
Ringseuche 213.
Rißbildungen durch Hitze 292.
Röhrendrainage 391.
Roestelia 231.
Rosellinia quercina 187.
Rostpilze 214.
—, autözische 215.
—, heterözische 215.
Rotfäule 234, 237.
Rotpustelkrankheit 185.
Rubus fruticosus 145.
— Idaeus 145.
Rückenspritzen 202.
Rückschlag bei Blitzschaden 441.
Runsen 361.
Rutschlawinen 414.

Salzpflanzen 131.
Salzsäure 102.
Sammeldrains 391.
Sammelgebiet des Wildbaches 358.
Sammelgruben (nach Kaiser) 387.
Sandbunke 147.
Sandgruben 32.
Sandpflanzen 131.
Saprophyten 171.
—, fakultative 164.
—, obligate 164.
Sarothamnus scoparius 144.
Sauergräser 151.
Saugdrains 391.
Sauggräben 382.
— (nach Kaiser) 387, 388.
Saxoniaspritze 203.
Schaftschwingel 147.
Schaftbruch 303.
Schalenbauten 370.
Schattenpflanzen 132, 150.
Schildlawinen 415.
Schläuche 163.
Schlagfront, gebrochene 349.
—, gerade 349.
Schlaglawinen 415.
Schlagpflanzen 150.
Schlagregen 356.
Schlagreihe 342.
Schlauchpilze 172, 179.
Schlitzen bei Schnee 393, 397.
Schmarotzer, echte 171.
Schmarotzergewächse 155.
Schmauchfeuer 265.
Schmeißers zweiteiliger Normalgrenzstein 7.
Schmetterstreifen bei Blitzschaden 437.
Schmiele, geschlängelte 147.
Schnee 393.
Schneebruch 394.
Schneebruchstatistik 407.
Schneebrücken 421.
Schneedruck 393.
Schneefänge 419.
Schneegwehten 414.
Schneeschaden 393.
Schneeschilder 414.
Schneeschub 394.
Schneisen 334.
Schneisennetz, diagonales 335.
—, paralleles 335.
—, schräges 335.
—, senkrechtes 335.
Schneitelstreu 27.
Schüttebekämpfung 200.
Schütteempfindlichkeit der Kiefern 197.
Schütten der Kiefer 194.
Schüttepilz der Kiefer 194.
— der Weymouthskiefer 193.
Schuppenwurz 156.
Schuttkegel 358.
Schuttkegelversicherung bei Wildbachverbauung 372.
Schuttpflanzen 131.
Schutzbezirke 39.
Schutzstreifen an Eisenbahnen 81.
— bei Bodenfeuerbekämpfung 94.
— gegen Rauchschäden 126.
Schutzwälder 363, 424.
Schwammbäume 283.
Schwarzbeere 143.
Schwarzfleckenkrankheit der Ahornblätter 208.
Schwefelblume 182.
Schwefelkalkbrühe 182.
Schwefelpulver 182.
Schwefelsäure 102.
schweflige Säure 102.
Scirpus caespitosus 151.
— silvaticus 151.
Sclerotinia Fuckeliana 212.
Seide 161.
Seihwasser 376.
Seitzscher Feuerwachturm 87.
Sekundärinfektion bei Schütte 196.
Senker der Mistel 157.
Senkfaschinen 369.
Septoria parasitica 244.
Servitutgrenzen 2.
Setzen des Holzes 21.
Sichelzweige bei Rauchschäden 104.
Sicherheitsstreifen gegen Feuer 79.
Sicherheitsstreifen 345, 346, 347.
Sickerbohlen 288, 389.
Sickergräben 288, 357, 389.
Siebener 8.
Siegener Plaggenhaue 142.
Signaleinrichtung von Seitz 88.
Signalscheibe von Seitz 88.
Signalschlüssel von Seitz 88.
Signaltafeln von Seitz 88.
Simsen 151.
Sklerotien 163, 164.
Sohlenversicherungen bei Wildbachverbauung 370.
Sonnenbrand 275, 288.
Sonnenrisse 292.
Spätfrost 250.
Spalteggen 422.
Spermatien 214.
Spermogonien 164.
Sperrbauten bei Wildbachverbauung 367.
Sphaerella laricina 191.
Sphaeriaceae 187.
Sphaeropsidales 244.
Sphagnum acutifolium 152.
— cuspidatum 152.
— cymbifolium 152.
— imbricatum 152.
— squarrosum 152.
Sporangien 163, 172.
Sporen 163.
Sporidien 214.
Spritzapparate 202.
Spritzen gegen Schütte 201, 204.
—, Ausführung 202.
—, Erfolge 205.
—, Kosten 204.
—, Ort 201.
—, Wiederholung 203.
—, Zeit 201.
Stachelschwämme 238.
Stärkebäume 447.
Stammfeuer 65, 98.
Stammverwerfungen 304.
Starrfrost 250.
Staublawinen 414.

Stauwasser 376.
Stauwasserschäden 361.
Steinbrüche 32.
Steindrains 389.
Steinkastensperren 369.
Steinsperren 368.
Stereocaulon 153.
Stereum frustulosum 238.
— hirsutum 238.
Stichgräben 188.
Stickstoffsäuren 102.
Stockfäule der Nadelhölzer 234.
Stockfäulepilz 234.
Stockholzberechtigung 55.
Strauchflechten 153.
Streichbuhnen 370.
Streublitze 441.
Streunutzung 27.
Streurecht 60.
Streuzettel 27.
Stückgräben (nach Kaiser) 387.
Stürme 294, 300.
—, Schaden 302.
—, Vorbeugungsmaßregeln 322.
Stützwurzeln 303.
Sturmbänder (nach Barg-mann) 330.
Sturmchronik 314.
Sturmkarten 314.
Sturmlinien (nach Wiehl) 328.
Sturmstatistik 314.
Sturmstreifen (nach Barg-mann) 330.
Sturzlawinen 414.
Sturzwind 312.
Sumpfheide 143.
Sumpfheidelbeere 143.
Syphoniaspritze 202.

Talsperren 367.
Tannenkrebs 217.
Tannenkrebspilz 217.
Tannenmistel 159.
Tannenritzenschorf 207.
Taphrina Alni incanae 180.
— aurea 180.
— betulina 179.
— Carpini 179.
— Cerasi 179.
— epiphylla 179.
— Insititiae 179.
— Tosquinetii 180.
— turgida 179.
Tau 355.
Teerschwelereigerechtigkeit 57.
Teleutosporen 214.
Terrassierungen 418.
Thallophyten 163.
Thelephora laciniata 243.
— perdix 238.
Thelephoraceae 238.
Thuidium 148.
Tongruben 32.
Tonpflanzen 131.
Torfmoose 151.
Trametes 231.
— Pini 231.
— radiciperda 234.
Trauf 308, 324.
Trichosphaeria parasitica 189.
Triftgerechtigkeit 61.
Triticum repens 146.
Trockenhitze 276.
Trockenmauern gegen Lawinen 421.
Trockenschütte 198.
Trocknis 278.
Tromben 301.
Trunkelbeere 143.
Tubercularia vulgaris 185.
v. Tubeufs Universalspritze 202.
Turnus bei der Streunutzung 28.

Überfallgraben (nach Kaiser) 388.
Überfallwind 312.
Überhitzung des Bodens 276.
Überschwemmung 357, 361.
Überschwemmungsschäden 361.
Umhauung 345, 347.
Uncinula Aceris 180.
Unhölzer 150.
Universalspritze Saxonia 203.
— von v. Tubeuf 202.
Unterdrains 389.
Uredineae 214.
Uredosporen 214.
Urholzberechtigung 56.
Usnea 154.

Vaccinium Myrtillus 143.
— Oxycoccos 143.
— uliginosum 143.
— Vitis idaea 143.
Valsa oxystoma 189.
Verangerung 147.
Verbauung der Wildbäche 363.
Verdorren 275, 276.
Verdünnung der Abgase 127.
Vergrasung 146.
Vermalung 6.
Vermarkung 3, 6.
Vermoorung 375.
Vernässung 375.
Verpfählungen gegen Lawinen 418.
Versenkung des Wassers 392.
Versumpfung 375.
Vertrocknungsschütte 198.
Verwaltungsgrenzen 2.
Verwerfungen bei Windwurf 304.
Viehtränkerecht 62.
Viscum album 156.
— austriacum 158.
Vorfeldversicherung 368.
Vorflut 376.

Wachtelweizen 156.
Wärmegewitter 301.
Waldabteilungen der Feuer-wehren 91.
Waldarbeiterfeuer 77.
Waldbegrenzung 1.
Waldbrände 63.
Waldbrandstatistik 70.
Waldbrandversicherung 99.
Walddienstbarkeiten 45.
Waldeigentum 39.
Waldgerechtigkeiten 45.
Waldgräser 146.
Waldkorn 139.
Waldmantel 264, 271, 287, 324.
—, Abstufung 333.
—, Begründung 328.
—, Behandlung 328.
—, Erfordernisse 325.
—, Holzarten 326.
—, Verletzungen 331.
Waldrebe, gemeine 152.
Waldservituten 39, 45.
—, affirmative 46.
—, negative 46.
—, ständige 46.
—, unständige 47.
Waldweiderecht 58.
Warzenpilz, zerschlitzter 243.
Wassergerechtigkeiten 62.
Wasserleitungsrecht 62.
Wasserschäden 355.
Wasserschöpfrecht 62.
Wegegerechtigkeiten 61.
Weichhölzer 150.
Weichholzberechtigung 54.
Weidenrost 216.

Weinbergspritze, Deidesheimer 202.
Weingaertneria canescens 147.
Weiser 8.
Weißfäule 237.
Weißmoose 151.
Weißtannennadelpilz 189.
Weißtannenritzenschorf 207.
Weißtannensäulenrost 221.
Werkholzberechtigung 53.
Wettersäulen 301.
Wetterschießen 486.
Weymouthskiefernblasenrost 227.
Widerhitze 280, 282.
Wildbachverbauung 363.
—, Geschichte 373.
—, Statistik 373.
Wildbäche 357, 358.
Windbruch 302.
Winddruck 308.
Winde 293, 294, 296.
Windfall 302.
Windgeschwindigkeit 293.
Windhalm 147.
Windmantel 308, 324.
Windstärke 294.
Windwurf 302.
Winterfrost 250.
Wipfelbruch 303.
Wipfelfeuer 65, 96.
Wirbelgewitter 301.
Wirbelstürme 301.
Wirtschaftsstreifen 330, 334.
Wobse 302.
Wolkenbruch 356.
Wollgräser 151.
Würbse 302.
Wulse 302.
Wulze 302.
Wurfbosen 302.
Wurzelfäule der Nadelhölzer 234.
Wurzelholzberechtigung 55.
Wurzelparasiten 171.
Wurzelschwamm, welliger 213.
— der Nadelhölzer 234.

Zaunwinde 153.
Zeidelweiderecht 61.
Zerstauchen bei Schnee 393, 397.
Zeugen, stumme 10.
Zunderschwamm, echter 237.
Zygomycetes 172.
Zygosporen 163.
Zyklonen 294.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

